



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



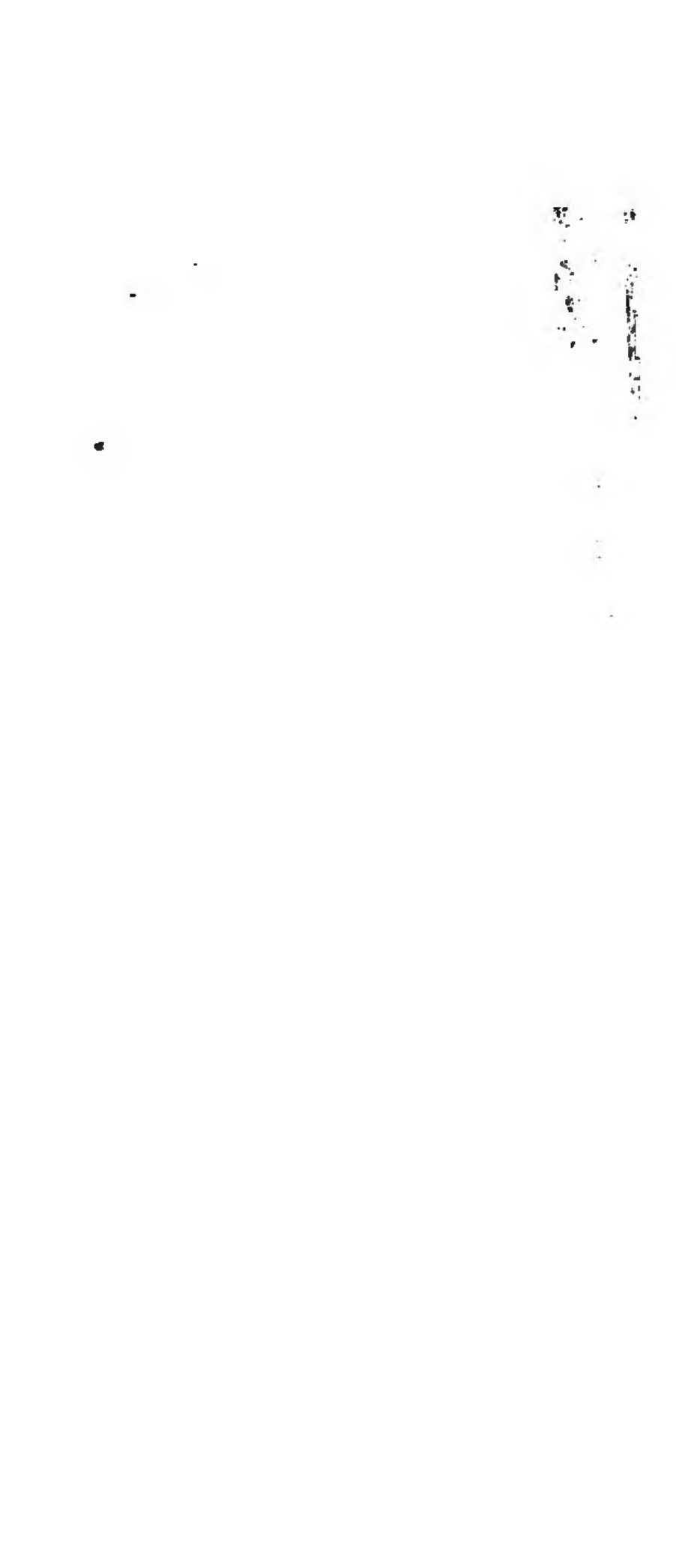
~~Handwritten~~ *Handwritten* N. B.  
P. C.

1984 e. 203



600036





1. The first part of the document is a header section containing the title and the author's name.

2. The second part of the document is the main body of the text, which is divided into several paragraphs. The first paragraph discusses the importance of the research and the objectives of the study. The second paragraph describes the methodology used in the study, including the data collection and analysis techniques. The third paragraph presents the results of the study, which show a significant positive correlation between the variables. The fourth paragraph discusses the implications of the findings and the limitations of the study. The fifth paragraph concludes the study and provides recommendations for future research.

**Friedrich Albrecht Carl Gren's**  
vormals Professor zu Halle

**G r u n d r i ß**  
**der**  
**N a t u r l e h r e**

**Herausgegeben**

**von**

**K. W. G. Kastner.**

Dr. der Medicin und Philosophie, ord. Professor der Physik und Chemie  
zu Bonn, mehrere gelehrten Gesellschaften Mitglied.

---

**Mit sechzehn Kupfertafeln.**

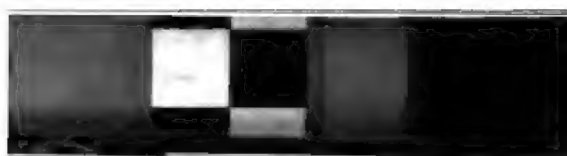
---

**Sechste, sehr vermehrte und verbesserte Auflage.**

---

**Halle**

**bei Hemmerde und Schwetschke.**  
**1820.**



*Photostat*

1922





4

---

## Vorrede des Verfassers

zur  
dritten Ausgabe.

Die Fortschritte, welche die Experimentalnaturlehre seit der ersten, und selbst seit der zweiten, Ausgabe dieses Buchs gemacht hat; die Entdeckung vieler neuen Thatsachen in diesem Zeitraume; die Berichtigung mehrerer Lehren, und die Menge neuer Ansichten, zu welchen in dem Gebiete dieser Wissenschaft der vereinigte Fleiß so vieler Naturforscher des In- und Auslandes Gelegenheit gegeben hat, machte es mir zur Pflicht, diese Ausgabe ganz umzuarbeiten. Die Veränderungen, die sie dadurch erlitten hat, sind von der Beschaffenheit, daß sie als ein ganz neues Werk angesehen werden kann. Es wäre keinesweges genug gewesen, neue Entdeckungen bloß in Anmerkungen hier und da einzuschalten; es mußten ältere, nicht weiter haltbare, Theorien ganz aufgegeben, viele Lehrmeinungen ganz umgearbeitet werden, wodurch denn Form und Materie des Buchs durchaus eine Veränderung erlitt. Ich habe keinen Fleiß gespart, um

das Werk in Hinsicht der Materien so vollständig als möglich zu machen, und eine Uebersicht alles Wissenswürdigen in dem Gebiete der Naturlehre zu geben; und ich darf mir schmeicheln, darin keinem meiner Vorgänger nachzustehen. Die neue Ordnung, in welcher ich die einzelnen Lehren gestellt habe, gewährt nicht nur eine natürliche Verknüpfung derselben, sondern erleichtert auch die Uebersicht des Ganzen, welches bei der Menge von Thatfachen gewiß ein notwendiges Erforderniß ist. Kenner werden übrigens bald finden, daß ich nicht bloß das Alte und Neue gesammelt habe, sondern daß viele Sätze mir eigenthümlich zugehören.

Der erste Theil, welcher die allgemeine Naturlehre enthält, hat sehr beträchtliche Abänderungen und Zusätze. Im ersten Hauptstücke desselben trage ich die metaphysische Naturlehre vor, die mit Recht den übrigen Theilen der Physik vorgehen muß. Es ist in der That unverzeihlich, die Aufklärungen, welche die kritische Philosophie hier verschafft hat, zu ignoriren. Die Gründe derselben für das dynamische und gegen das atomistische System bestimmen meine Ueberzeugung für das erstere; doch trage ich auch das letztere zugleich vor. Ich habe in diesem Abschnitte ganz auf Kants metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft gebauet;

ich bröchte aber nicht die Ordnung zu befolgen, wie er bey der ersten Begründung seines Systems thun mußte, nämlich den Begriff der Materie nach den Momenten der Kategorien durchzuführen. Die ganze reine Bewegungslehre gehört mit Recht zu diesem Abschnitte, da sie die Materie bloß als beweglich, ohne andere empirische Eigenschaften derselben, zum Grunde legt. Die Behauptungen, welche der sel. Fehler gegen die Sätze von Trägheit, Masse und Widerstand gemacht hat, gründeten sich auf einen bloßen Mißverständnis, der freylich sehr allgemein ist. Ich habe es für unnöthig gehalten, mich auf detaillirte Widerlegung derselben, die mir sehr leicht geworden seyn würde, einzulassen. Unbefangene Kenner werden sehr leicht selbst entscheiden können; und für diese ist das, was ich beym §. 62. gesagt habe, hinlänglich, ihr Urtheil zu bestimmen. Im zweyten Hauptstücke handle ich von den Grundstoffen der Körper, die wir durch die neuere Chemie kennen, freylich nur vorerst im Allgemeinen; und dann von den Formen, worin uns die Materien unserer Welt erscheinen. Ich leite diese Formen von den verschiedenen wechselseitigen Verhältnissen der beyden Grundkräfte der Materie bey den spezifisch verschiedenen Arten derselben ab. Die Lehre von der Krystallisation fand hier ihren Platz. Die man-

nigfaltigen Phänomene der Cohärenz, stehen ebenfalls damit im Zusammenhange, die wiederum auf die Lehren von den chemischen Verwandtschaften führen. Die chemische Auflösung ist kein geringer Beweis für das dynamische System. Um eines neuern Sophisten in der physischen Chemie willen, hätte ich wohl näher darauf hinzeigen sollen (ob es gleich von selbst aus dem Obesagten fließt), daß die Kraft, welche das Anhängen liquider Materien an feste bewirkt, von der, welche die Auflösung fester in liquiden hervorbringt, nur dem Grade nach verschieden ist. Im ersten Falle nämlich ist die Anziehung zwischen den Theilen des festen und liquiden Stoffes nur größer, als zwischen den Theilen des letztern allein; im andern Falle ist sie hingegen größer, als die Summe der respectiven Anziehungen zwischen den Theilen des liquiden Stoffes unter sich, und zwischen den Theilen des festen Stoffes unter sich. Im dritten Hauptstücke handle ich die Phänomene der Schwere im Allgemeinen ab, die alle Körper, in so fern sie schwer sind, und ohne Rücksicht auf ihre Form, ob sie nämlich fest, liquid oder expansibel sind, zeigen. Dahin gehört die Lehre vom freien Falle, vom Falle auf der schiefen Ebene, von den Pendelschwingungen, von der Wurfbewegung, von der Centralbewegung schwerer Körper. Das vierte



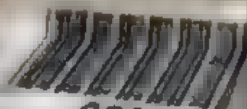


Carl Bren's  
and his wife



March 22 B  
P.C.

1984 2.203



6000284

St Carl Gren's  
Lords: Dells

Handwritten  
signature





  
**Friedrich Albrecht Carl Gren's**  
normalis Professor zu Halle

**G r u n d r i ß**  
**der**  
**N a t u r l e h r e.**

**Herausgegeben**

**von**

**K. W. G. Kastner.**

der Medicin und Philosophie, ord. Professor der Physik und Chemie  
zu Bonn, mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied.

---

**Mit sechs und zwanzig Kupfertafeln.**

---

**Erste, sehr vermehrte und verbesserte Auflage.**

---

**Halle**  
**bei Hammerde und Schwetfke.**  
**1820.**



*Fuller*

1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817



Vorrede des Verfassers  
zur  
dritten Ausgabe.

Die Fortschritte, welche die Experimento'naturlehre  
in der ersten, und selbst seit der zweiten, Ausgabe dieses  
Buchs gemacht hat; die Entdeckung vieler neuen Thats  
achen in diesem Zeitraume; die Berichtigung mehrerer  
Irrthümer, und die Menge neuer Ansichten, zu wel  
chen in dem Gebiete dieser Wissenschaft der vereinigte  
Hauf so vieler Naturforscher des In- und Auslandes  
Beitrag gegeben hat, mochte es mir zur Pflicht,  
diese Ausgabe ganz umzuarbeiten. Die Veränderungen,  
welche sie dadurch erlitten hat, sind von der Beschaf  
fenheit, daß sie als ein ganz neues Werk angesehen werden  
kann. Es wäre keinesweges genug gewesen, neue Er  
deckungen bloß in Anmerkungen hier und da einzufügen;  
es mußten ältere, nicht weiter haltbare, Theorien zer  
legt, viele Lehrrichtungen umgearbeitet, und durch  
andere ersetzt werden. Die Veränderungen sind am  
ehesten am

das Werk in Hinsicht der Materien so vollständig als möglich zu machen, und eine Uebersicht alles Wissenswürdigen in dem Gebiete der Naturlehre zu geben; und ich darf mir schmeicheln, darin freiem meiner Vorgänger nachzusehen. Die neue Ordnung, in welcher ich die einzelnen Lehren gestellt habe, gewährt nicht nur eine natürliche Verknüpfung derselben, sondern erleichtert auch die Uebersicht des Ganzen, welches bei der Menge von Thatfachen gewiß ein nothwendiges Erforderniß ist. Kenner werden übrigens bald finden, daß ich nicht bloß das Alte und Neue gesammelt habe, sondern daß viele Sätze mir eigenthümlich zugehören.

Der erste Theil, welcher die allgemeine Naturlehre enthält, hat sehr beträchtliche Abänderungen und Zusätze. Im ersten Hauptstücke desselben trage ich die metaphysische Naturlehre vor, die mit Recht den übrigen Theilen der Physik vorauszusetzen muß. Es ist in der That unverzeihlich, die Aufklärungen, welche die kritische Philosophie hier verschafft hat, zu ignoriren. Die Gründe derselben für das hyacynthische und gegen das atomistische System bestimmten meine Ueberzeugung für das erstere; doch trage ich auch das letztere zugleich vor. Ich habe in diesem Abschnitte ganz auf Kants metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft gebaut;



ich bräuchte aber nicht die Ordnung zu befolgen, wie er bey der ersten Begründung seines Systems thun mußte, nämlich den Begriff der Materie nach den Momenten der Kategorien durchzuführen. Die ganze reine Bewegungslehre gehört mit Recht zu diesem Abschnitte, da sie die Materie bloß als beweglich, ohne andere empirische Eigenschaften derselben, zum Grunde legt. Die Behauptungen, welche der sel. Gehtler gegen die Sätze von Trägheit, Masse und Widerstand gemacht hat, gründen sich auf einen bloßen Mißverständnis, der freylich sehr allgemein ist. Ich habe es für unnöthig gehalten, mich auf detaillirte Widerlegung derselben, die mir sehr leicht geworden seyn würde, einzulassen. Unbefangene Kenner werden sehr leicht selbst entscheiden können; und für diese ist das, was ich bey dem §. 62. gesagt habe, hinlänglich, ihr Urtheil zu bestimmen. Im zweyten Hauptstücke handle ich von den Grundstoffen der Körper, die wir durch die neuere Chemie kennen, freylich nur vorerst im Allgemeinen; und dann von den Formen, worin uns die Materien unserer Welt erscheinen. Ich leite diese Formen von den verschiedenen wechselseitigen Verhältnissen der beyden Grundkräfte der Materie bey den specifisch verschiedenen Arten derselben ab. Die Lehre von der Krystallisation fand hier ihren Platz. Die ma<sup>3</sup>

niefaltigen Phänomene der Cohärenz, stehen ebenfalls damit im Zusammenhange, die wiederum auf die Lehren von den chemischen Verwandtschaften führen. Die chemische Auflösung ist kein geringerer Beweis für das dynamische System. Um eines neuen Sophisten in der physischen Chemie willen, hätte ich wohl näher darauf hinzeigen sollen (ob es gleich von selbst aus dem Gesagten fließt), daß die Kraft, welche das Anhängen flüchtiger Materien an feste bewirkt, von der, welche die Auflösung fester in liquiden hervorbringt, nur dem Grade nach verschieden ist. Im erstern Falle nämlich ist die Anziehung zwischen den Theilen des festen und liquiden Stoffes nur größer, als zwischen den Theilen des letztern allein; im andern Falle ist sie hingegen größer, als die Summe der respectiven Anziehungen zwischen den Theilen des liquiden Stoffes unter sich, und zwischen den Theilen des festen Stoffes unter sich. Im dritten Hauptstücke handle ich die Phänomene der Schwere im Allgemeinen ab, die alle Körper, in so fern sie schwer sind, und ohne Rücksicht auf ihre Form, ob sie nämlich fest, liquid oder expansibel sind, zugehen. Dahin gehört die Lehre vom freien Falle, vom Falle auf der schiefen Ebene, von den Pendelschwingungen; von der Wurfbewegung, von der Centralbewegung schwerer Körper. Das vierte

Hauptstück enthält die Phänomene schwerer fester Körper, und begreift die Lehre vom Schwere fester Körper, vom Gleichgewichte derselben, und von ihrem Stöße. Im fünften Hauptstücke sind die Phänomene schwerer liquider Körper vorgegetragen; oder es enthält den hydrostatischen Theil der Naturlehre. Die Tabelle über die eigentlichen Gewichte habe ich so vollständig als möglich zu machen gesucht. Das sechste Hauptstück, von den Phänomenen schwerer expansibeler Flüssigkeiten, ist ganz neu hinzugekommen. In den vorigen Ausgaben waren die Lehren vom Drucke der Luft, der von ihrer Schwere und ihrer Elasticität abhängt, in der besondern Naturlehre, unter dem Abschnitte von der Luft, abgehandelt worden; allein die Gesetze des Druckes und Gleichgewichtes der atmosphärischen Luft kommen allen schweren expansiblen Flüssigkeiten, allen Gasarten und Dämpfen, zu. Sie gehören also in die allgemeine Naturlehre, - indem man das Wort „Luft“ hier im generischen Sinne nehmen kann. Der Abschnitt von der Luft fällt in der besondern Naturlehre nun weg; denn die Lehre von der Gasbildung im Allgemeinen, und von dem Einflusse der Wärme auf Elasticität der Luft, ist beim Wärmestoffe abgehandelt; die Untersuchungen über die specifische Mas-

tur der einzelnen Gattungen aber sind zerstreut bey der Betrachtung die vortreflichen einfachen Stoffe, die ihre respectiven Grundlagen ausmachen, im zweyten Theile angestellt werden. Ein System der Naturlehre soll ja kein Wörterbuch derselben seyn. Die Lehren vom Schalle und Tone, die sonst auch in der besondern Naturlehre, und zwar bey dem Artikel „Luft“ standen, machen jetzt in der allgemeinen Naturlehre das siebente Hauptstück, das die Schwingungsbewegungen schallender und klingender Körper begriffet. Die Luft ist nicht der einzige, ursprünglich schallende Körper, ob sie gleich ein gemeines Fortpflanzungsmittel des Schalles ist. Die eigenthümlichen Schwingungsbewegungen beim Schalle und Klange kommen allen contractilen und elastischen Körpern zu; sie gehören folglich für die allgemeine Naturlehre. Ich habe diesem Abschnitte das Wichtigste aus dem vortreflichen Ehtadn'schen Erfahrungen über die Schwingungsknoten und Klangfiguren eingekeilet.

Der zweyte Theil, oder die besondere Naturlehre, hat im Ganzen noch beträchtlichere Umbänderungen erlitten, als der erste. Er ist bloß der Untersuchung der specifisch verschiedenen einfachen Stoffe, und ihrer Verhältnisse unter einander, gewidmet. Der erste Abschnitt handelt vom Wärmestoffe. Er

hat durchaus beträchtliche Zusätze und nähere Bestimmungen erhalten. Ich habe es nicht für nöthig gehalten, auf das, was Herr Scherer neuerlich gegen das Daseyn eines materiellen Wärmestoffes vorgebracht hat, Rücksicht zu nehmen. Ein gewisser Grad von Skepticismus ist zwar der Wissenschaft vortheilhaft; aber der Pyrrhonismus ist der Tod aller wahren Naturforschung. Das zweite Hauptstück begreift das Licht. Die photometrischen Untersuchungen des Herrn Grafen von Rumford, die neuen Entdeckungen in der Anatomie des Auges, sind gehörigen Orts eingeschaltet, und die Gründe, worauf die Einrichtung achromatischer Fernrohre beruhet, mehr entwickelt worden. Ganz neu sind die nähern Untersuchungen über die Mischung und Entwicklung des Lichts und seine Verbindung mit Wärmestoff. Bey unparteyischen und wahrheitsliebenden Forschern, die auf die Sache und nicht auf Namen sehen, brauche ich mich wohl nicht zu entschuldigen, daß ich nach Herrn Richter hier noch den Namen „Brennstoff“ brauche. Diejenigen aber, welche Namen und Sache als altfränkisch und deshalb verwerfen, weil es neufränkische Chemisten von Ansehen thun, werden sich vielleicht beruhigen, wenn ich ihnen sage, daß das System, welches ich befolge, noch neuer ist, als das neufränkische. Im dritten Hauptstücke sind die schweren einfachen Stoffe

fe, ihre Verbindungen und wechselseitigen Verhältnisse abgehandelt. Dieser Abschnitt enthält die ganze physische Chemie. Ich eröffne die Untersuchungen darüber mit der Lehre vom Verbrennen, und setze dadurch diesen Abschnitt mit den vorien in genauen Zusammenhang. Das vorige System der Chemie habe ich ganz aufgegeben; man wird jetzt alle Thatfachen des antiphlogistischen Systems zum Grunde gelegt finden, dessen Lücken aber durch die Lehre vom Brennstoffe ergänzt sind. Das vierte Hauptstück, von der electricischen Materie, ist ganz umgearbeitet. Die Gründe, welche ich S. 1315. (1201.) angeführt habe, haben mich für das Franklinische System bestimmt, das ich in den vorigen Ausgaben nur kurz berührt hatte. Indessen habe ich die Erklärungen aller hauptsächlichsten Phänomene der Electricität auch nach dem dualistischen Systeme vollständig mitgetheilt. Die Erscheinungen der sogenannten thierischen Electricität habe ich jetzt so umständlich vorgetragen, als es der Zweck des Buchs erlaube. Sie sind nunmehr durch die scharfsinnigen Untersuchungen des Herrn Volta, wie ich glaube, völlig aufgeklärt, und für die Lehre von der Electricität kein geringer Zuwachs. Meine Theorie über die Natur und das Wesen der electricischen Materie empfehle ich den Kennern vorzüglich zur Prüfung und nähern Beurtheilung; ich bitte aber dabey auf den Zusammen-

hang derselben mit der Theorie von der Natur des Lichts im zweiten Abschnitte die nöthige Rücksicht zu nehmen. Im fünften Hauptstücke, von der magnetischen Materie, sind die seit der letzten Ausgabe mit bekannt gewordenen neuen Entdeckungen nachgetroffen. Dagegen ist keine Theorie des Magnetismus beigelegt worden, weil jede bekannte unzulänglich ist, und jede neue hinzugekommene Thatsache jede vorige Theorie bisher umgestoßen hat.

Man wird den letzten Abschnitt der vorigen Ausgaben in dieser ganz vermissen<sup>\*)</sup>; allein ich habe mir vorgenommen, in einem besondern Bande die specielle Betrachtung unseres Erdbodens in astronomischer, geologischer und meteorologischer Beziehung näher abzuhandeln. Bey den Fortschritten, welche die Experimentalwissenschaften glücklicherweise machen, wird ihr Umfang immer größer; aber es darf der Wissenschaft wohl nicht zum Vorwurfe gereichen, daß zu ihrem, einiger Maßen vollständigen, Lehrvortrage der halbjährige Cursus nun nicht mehr hinreichend bleibt.

Uebrigens habe ich mich bemühet, in meinem Buch die Mittelstraße zwischen einem kurzen aphoristischen Vor

<sup>\*)</sup> Dieser Abschnitt ist dem Werke bereits bey der vierten, nach des Verfassers Tode von dem Herrn Ober-Vergrath Rastien besorgten Ausgabe wieder beigelegt worden.

trage und einem ausführlichen Discours zu halten, die nöthigen Versuche mit Deutlichkeit zu beschreiben, die Erklärungen mit Bestimmtheit zu geben, und besonders die Gesetze, wornach die Wirkungen geschehen, herauszuheben. Da, wo der compendiariſche Zweck des Buchs keine nähere Beschreibung der Werkzeuge und Versuche verſtattete, habe ich die nöthigen litterariſchen Nachweisungen gegeben. Ueberall wird man mein Bestreben, dem Werke mehrere Vollkommenheit zu verschaffen, bey Vergleichung mit der letztern Ausgabe wahrnehmen können. Halle, den 8. May 1797.

J. A. C. Gren.



## V o r r e d e

### z u r f ü n f t e n A u s g a b e .

Der gegenwärtige Herausgeber war mit der Verlags- handlung darüber einverstanden, daß dieses Werk auch in der neuen Ausgabe Gren's Physik bleiben müsse. Er hat sich daher seltener Umarbeitungen, als Zusätze und Bemerkungen erlaubt. Nur der mathematische Theil bedurfte fast durchgehends einer völligen Umarbei- tung: denn ob sich gleich der treffliche Gren in den letz- ten Jahren seines Lebens mit dem rühmlichsten Eifer auf das nicht genug zu empfehlende Studium der Mathema- tik legte, so bemerkt man doch in seinen mathematischen Arbeiten, daß er sich die Strenge des mathematischen Vortrags noch nicht vollkommen angeeignet hatte. Der Herausgeber glaubt von dieser Seite der fünften Aus- gabe einen sehr wesentlichen Vorzug vor den vorherge- henden ertheilt zu haben. Auch hat er nicht unterlassen, alle neuern Entdeckungen, so weit es zweckmäßig schien, gehörigen Orts hinzuzufügen. Damit übrigens der Le- ser bestimmt unterscheiden könne, was von dem Verfas-

fer und was von dem Herausgeber herrührt, so ist alles, was dem letztern zuachört, zu Anfang und zu Ende eines jeden Absatzes mit Allegationszeichen („“) unterschieden worden. Bloß wo etwa einzelne Worte oder Wendungen im Texte verändert oder zugefügt worden, schien diese Auszeichnung unnöthig. Wo Stellen anderer Schriftsteller mit dergleichen Zeichen vorkommen, da dient der bestehende Name zu hinlänglicher Unterscheidung. Was der Herausgeber an einigen Stellen über die sogenannte metapophysische Behandlung einiger Gegenstände der Naturlehre sagt, empfiehlt er der unbefangenen Betrachtung aller derer, denen Wahrheit und Wissenschaft am Herzen liegt. In der wissenschaftlichen Terminologie hat er sich wohl einige Abänderungen, aber keine Neuerungen erlaubt: denn wenn er statt der wohl gebildeten Worte Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff oder Salpetersstoff: c. lieber Orogen, Hydrogen, Aet: c. sagt, so ist das offenbar nicht Neuerung. Es ist ohne Zweifel im wissenschaftlichen Vortrage besser, fremde Wörter zu brauchen, als lausisch oder grammatisch unrichtig gebildete deutsche: nicht jene, wohl aber diese, verderben den Geist der Sprache. Berlin, den 16. Jul. 1807.

E. G. Fischer.

## V o r r e d e

### z u r s e c h s t e n A u f l a g e

Mangel an Zeit verhinderte Herrn Professor Fischer, sich der Bearbeitung der vorliegenden sechsten Auflage des seit einer Reihe von Jahren mit unzweideutigem Beyfall aufgenommenen Gren'schen Grundrisses der Naturlehre zu unterziehen; der Unterzeichnete, von dem Verleger ersucht, die Herausgabe dieser neuen Ausgabe zu besorgen, würde es nicht gewagt haben, einem so berühmten Vorgänger in demselben Unternehmen zu folgen, wenn letzterer nicht die Wahl des Verlegers vollkommen genehmigt, und den gegenwärtigen Herausgeber dazu aufgemuntert hätte. Im Vertrauen also, zunächst auf die Nachsicht meines berühmten Vorgängers und zugleich auf jene der Freunde des Gren'schen Unterrichtes in der Naturlehre, habe ich es theils versucht, dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft gemäß, hinzuzufügen, was dieselbe seit 1807 durch bestätigte Entdeckungen und Erfindungen gewonnen hat, theils

(durch Umrabettung und Erweiterung einzelner Hauptstücke, mehr andere des dritten) anzudeuten, was, meiner Ueberzeugung gemäß, der unvergeßliche Gren der gegenwärtigen Auflage zum mindesten beigefügt haben würde, wenn er seinen Schülern und der Wissenchaft nicht fast um ein Viertel Jahrhundert zu früh entzissen worden wäre. Um den Leser in den Stand zu setzen, die eben so gründlichen als geachteten Verbesserungen und Zusätze des Herausgebers der fünften Auflage auch in der gegenwärtigen Ausgabe leicht wieder zu finden, habe ich dieselben mit einem „S.“ unter-einget, während mehrere (durch die Schuld des Setzers nicht alle) meiner vorstehenden Erweiterungen und Umänderungen durch „Sr.“ bezeichnet wurden sind.

Möchten die Leser der letzteren finden, daß es des Unterzeichneten erwünschter Wille war, dem Autor seiner würdigen Verdienste nur einzeln, nur der Wissenschaft gewidmetem Eifer nachzusetzen, und möchte Gren's Unterwerfung auch in dieser Form dazu beitragen, die Zahl derer zu mehren, die sich ernstlich der Natur erfreuen, und die nur in der gründlicheren Erkennung der Natur seine finden, wonach sie streben.

Leun, im Februar 1820.

Kasner.

# Grundriß der Naturlehre.

## Einleitung.

### §. I.

**Natur** heißt der Inbegriff der Kräfte eines Dinges.

*Rob. Boyle tr. de ipsa natura, live libera in receptam naturae notionem disquisitio. Genév. 1682. 4. und in der lateinischen Uebersetzung seiner Opera, ebend.*

Sozt versteht man auch unter dem Worte Natur die erste Ursache der Erscheinungen in der Welt, oder die hervorbringende Ursache der Dinge und ihrer Wirkungen; und darauf beziehen sich die Ausdrücke: die Natur bringt hervor, die Natur thut dieß und jenes, u. s. w. Dieß war die *Natura naturans* der Scholastiker. Ferner braucht man das Wort, Natur, auch für den Inbegriff aller materiellen Dinge, oder gleichbedeutend mit dem Worte Welt; und darauf beziehen sich die Redensarten: Man trifft in der ganzen Natur dieß und das nicht an, u. a. m. In diesem Sinne ist es die *Natura naturata* der Scholastiker.

„Im weitgedachten Sinne ist die Natur die in nothwendiger und gesetzmäßiger, überschaubarer Folge wirkende Sinnen- oder Außenwelt, und entgegengesetzt der willkürlichen Veränderungen im Gefolge habenden, geistigen Innenwelt des Menschen.“ Kr.

*Wern. Naturlehre, 6. Aufl.*

X

Natürlich, künstlich, unnatürlich (*præter naturam*), widernatürlich (*contra naturam*), und wunderbar. Bedeutung und Unterscheid dieser Worte.

„Natürlich heißt ein Ereigniß so fern es dem nothwendigen Zusammenhange des Ursach und der Wirkung entsprechen laßt, wunderbar hingegen wenn solche Entsprechung un möglich ist.“

Ar.

§. 2. Kräfte nennen wir jede Ursache der Veränderung des Zustandes eines Dinges oder der Dinge.

„Unter Zustand versteht man den allgemeinen — die jetzige oder zeitliche (vorübergehende) Beschaffenheit eines Dinges, im Besonderen — das Verhältniß eines Dinges zu seiner Raumerfüllung, oder die Art, wie es den Raum erfüllt, ob sich selber Grenze selbst (ob selber begrenzt) mit bei den Begrenzungen der Ränder, oder seinen Theilen, oder ob an sich unbegrenzt und nur durch Auserwähltes (End) zur Begrenzung gelangt, wie bei den Auserwählten (Felsen, Wasser, Dampf), oder ob theils durch eigene Juxta-Position, theils durch Theil von Auserwähltem (beim menschlichen Körper), wie bei den Tropfsteinen, oder endlich, ob durch Verhinderung von weiterem Auserwähltem (ausgesprochen) bedingt, wie bei dem Zunder, dessen Feuer fortwährend und deren Inhalt ausdehnbar ist, und beim Rauch, dessen Ausbreitung und dessen Höhe (Ausdehnung) ausdehnbar, aber durch Begrenzung des Inhaltes (Anziehung derselben) verhindert ist und sich beengt.“

Ar.

„Der Zustand eines Dinges ist aber gleichbedeutend mit: im Naturwissenschaftlichen (in e. lebendes) Naturworte.“

Ar.

§. 3. Für uns ist keine andere Veränderung des Zustandes der Dinge denkbar, als die ihr räumliches Verhältniß betrifft: folglich sind Kräfte Ursachen der Veränderung des räumlichen Verhältnisses der Dinge, entweder unter einander oder in ihren Theilen; oder mit andern Dingen, Kräfte ist, was Bewegung hervorbringt, oder hemmt.

§. 4. Naturwissenschaft oder Naturlehre (*Physica*), im weitläufigsten Sinne des Wortes, ist demnach die Wissenschaft von den Ursachen der Veränderung des Zustandes der Dinge. Wir schränken sie indessen nur auf Gegenstände der äußern Sinne, oder auf materielle Dinge ein.

§. 5. Wir nennen die Veränderungen, die sich in Anschauung des Zustandes der Dinge der Sinnenwelt zutragen, Naturbegebenheiten oder Erscheinungen (*Phænomena*). Die Ursachen derselben aufzusuchen und anzugeben, ist eben der Zweck der Naturlehre (§. 4)

§. 6. Diese rationelle Naturlehre setzt die historische voraus, welche die Aufzählung der Gegenstände der Sinnenwelt zum Zweck hat, die wesentlichen Kennzeichen, durch welche sich die natürlichen Körper von einander unterscheiden, angiebt, und sich mit ihrer systematischen Classification beschäftigt. Man nennt die letztere, Naturgeschichte, (*Historia naturalis*), und unterscheidet sie noch von der Geschichte der Natur, welche die Veränderungen, die unsere Sinnenwelt erlitten hat, erzählt, wovon wir aber nur Bruchstücke besitzen.

Man schränkt, wegen des weitläufigen Umfanges, die Naturlehre nur auf die sogenannte todtte Natur ein, mit Ausschluß der *Phänomene des lebenden organischen Körper*, die man in der Physiologie abhandelt.

„Unter todtter Natur versteht man die nur *accidentalia* oder *abhaspabilia*, die sich aus einem Vermögen nicht zu ändern vermaa, was der lebender hingegen die selbstthätige, nicht nur durch äußere *causae* künftens, sondern auch durch innern Trieb zu Veränderungen gelangt.“

§. 7. Die Naturlehre erklärt die Naturbegebenheiten (§. 5.), wenn sie die Ursachen derselben angiebt.

§. 8. Bey diesen Entwicklungen der Ursachen von den Naturbegebenheiten kommt sie endlich auf solche zurück, die nicht mehr ein Gegenstand unserer sinnlichen Wahrnehmung sind, und die daher außer den Gränzen unserer Erkenntniß liegen. Sie muß bey diesen Ursachen, als Grundursachen, stehen bleiben, wozu sie die Schranken unserer Erfahrungserkenntniß berechtigen. Von diesen letzten Ursachen kennen wir nur die Wirkungen, nicht die wirkende Ursache an sich. Alle Speculationen und alles Dogmatistiren über diese letzten Grundursachen hat die Wissenschaft nicht im mindesten gefördert; und wenn es auch gleich möglich, und sogar auch wahrscheinlich seyn mag, daß die, welche wir für Grundursachen halten, noch zusammengesetzt seyn können, so müssen wir uns doch bey ihnen beruhigen, so lange uns zu ihrer Zergliederung alle Erfahrung verläßt.

Das Aufsteigen des Wassers in dem Stiel der Saugpumpe ist eine Naturbegebenheit (nach §. 5.). Sie wird erklärt durch den Druck der





den Sättigungspunkt erreichen, oder so muß sich  $25 + 120$  Littern. Feucht: Sauerstoff mit  $0,129$  Wasserstoff  $1,129$  „Wasser“, 1 Sauerstoff mit  $0,750$  Kohlenstoff  $1,750$  „Kohlenerd“ und wief sich auch  $0,129$  Wasserstoff mit  $0,750$  Kohlenstoff  $0,75$  „bildendes Gas“, h. n. eine nur im angegebenen bestimmten Mischungsverhältniß zu erziehbare Kohlenwasserstoff-Verbindung. 27.“

Als Beispiele zur Erläuterung dienen hier: die Zeit des Fröchtigen samt der Reife; das Gesetz der Brechung des Lichts, das Verhältniß, das herrscht zwischen dem Stand des Einfallswinkels, und dem des abbrechenden Winkels d. h. das Gesetz des Falles der Schweren Körper im leeren Mittel, das hydrostatische Gesetz, das Reflexionsgesetz; das Gesetz des Aufstiebens unelastischer Gase des Wassers, der Ätherischen gleichnamiger Gase desselben, u. d. m.

Verweise des Vorgesetzten für die Ausübung geben: die Anwendung des Gesetzes der Leitung der elektrischen Materie zu Gewitterableitern; die Anwendung der Kenntniß der Verwandtschaftsgrade in der Chemie, u. d.

„Wenn der Verfasser nach Kant behauptet: der Verstand lege die Form in der Natur hinein; befehlen: die Zurückführung eines Phänomens auf Naturgesetze sey noch keine Erklärung desselben; so ist dies, gewis bestimmt, sehr richtige Sage. Aber man sieht nicht ein, daß man in einem eben so richtigen Sinne auch gerade das Gegentheil behaupten könne? der Verstand könne und dürfe kein Gesetz in der Natur hineinsetzen, sondern müsse alle Naturgesetze nur aus den Erscheinungen entwickeln, bezeichnen: eine vollständige Kenntniß aller Naturgesetze, nach welchen eine Naturbegebenheit erfolgt, sey die vollständige Erklärung derselben. Es kann hier nicht der Ort seyn, diesen Widerspruch aufzulösen; aber ich halte es für möglich, den Leser auf das Schwankende oder metaphysische Raisonnement aufmerksam zu machen. Die Methode, den Vortrag nach Hülfschaft mit ihrer Metaphysik anzufangen, kann wohl das man, den Anfänger zu verwirren, aber nicht aufzuklären.“ 28.“

§ 10. Von den Erklärungen der Naturbegebenheiten zu erforschen die Naturlehre die Ursachen derselben, welche den Grund von jenen in sich enthalten, auf eine doppelte Weise, theils durch Erfahrungen (Experientia), theils durch Folgerungen und Vernunftschlüsse (Ratiocinio), die sie aus den Erfahrungen zieht.

§ 11. Erfahrungen (§ 10.) heißen die Wahrnehmungen der Veränderungen an den Materien unserer Welt durch unsere Sinne. Wir lassen hieselbst die Dinge entweder in dem Zustande, worin sie sich ohne unser Zutun befehen, und dann heißt die Erfahrung eine Beobachtung oder Bemerkung (Observatio); oder wir verändern das

ben versäglich ihren Zustand, und lassen sie bei veränderten Umständen andere Wirkungen äußern, die sie für sich selbst nicht hervorgebracht haben würden; in diesem Falle nennt man die Erfahrung einen Versuch (*Experimentum*).

§. 12. Durch Versuche lernen wir Wirkungen und Kräfte der Dinge kennen, die wir durch bloße Beobachtungen vielleicht nie würden wahrgenommen haben, und bringen durch sie tiefer in die Natur der Körperwelt ein. Sie verleiten aber auch, zumal wenn sie sehr verwickelt sind, vielsleicht zu Irrthümern, als bloße Beobachtungen. Mangel an Beobachtungen macht Versuche nothwendig; aber die Versuche müssen auch auf Beobachtungen zurückführen, wenn sie alle Phänomene unter einander verbinden, und die allgemeinsten Ursachen entwickeln sollen. Von manchen Dingen ist die Erfahrung durch Versuche unmöglich.

§. 13. Die Mittel, durch welche wir Erfahrungen anstellen, und die Veränderungen mit den Sinnen wahrnehmen, oder der Unvollkommenheit unserer Sinne zu Hülfe kommen, heißen Werkzeuge, Instrumente. Man begreift sie zu nennen unter dem Namen des physischen Apparats (*Apparex physica*). Einfachheit, Genauigkeit und Reinlichkeit sind notwendige Erfordernisse derselben.

§. 14. Zur Anstellung der Erfahrung wird eine gute Beschaffenheit der Sinnorgane, die Anwendung mehrerer Sinne (wenn sie Statt haben kann), Aufmerksamkeit auf alle Umstände, um nichts zu übersehen, strenge Genauigkeit, Vorsicht, Freiheit von Vorurtheil, Unparteilichkeit, und endlich Vollkommenheit der Werkzeuge erfordert. Die Abhinderung der Versuche ist von dem größten Nutzen, und schützt uns desto sicherer vor Irrthümern.

§. 15. Bloße Erfahrungen können keinen Nutzen haben, wenn nicht Folgerungen und Schlüsse auf die Natur des untersuchten oder wahrgenommenen Gegenstandes daraus hergeleitet werden können. Der Naturforscher muß daher auch aus den Erfahrungen, die über die Dinge anges-

stellt worden sind, durch richtige Schlüsse die Natur der Körper bestimmen, und die Ursachen der Naturbegebenheiten entwickeln; dann aber auch seine Folgerungen durch Versuche und Beobachtungen, auch unter abgeänderten Umständen, zu bestätigen suchen. Er muß zuerst die Kräfte der Stoffe analytisch erforschen, und dann aus ihrer Verbindung unter einander synthetisch die Folgerungen machen, die zur Erklärung der Veränderungen und der Naturbegebenheiten dienen. Er verdient den Namen eines Naturphilosophen, wenn er bey den Erklärungen der mannigfaltigen Naturbegebenheiten sie bis auf die letzten Ursachen zurückführen kann.

*Franc. Bacon de Verulamio de Interpretatione naturae; in seinen Opusculis, Lipsi. 1699. fol. E. 264 ff. Torb. Hergmann de indagando vero: in seinem Opuscul. phys.-chemic. Vol. I. Holm. et Lipsi. 1779. 8. Im Introitu, J. Sennequier l'art d'observer à Genève 1773. T. I. II. Die Kunst, zu beobachten, von J. Sennequier, a. d. H. v. v. Gmelin. Leipz. 1776. T. I. II. 8. Carrard art d'observer, Amsterdam 1777. 8.*

*J. J. v. Götting Elementarbuch der chem. Experimentalkunst. 1. II. Th. Jena 1808—1809. 8. J. J. John Coen Laboratorium, oder Anweis. d. chem. Analyse der Naturalien. Berlin 1808. F. 3. 4. J. Thénard Anleit. zur chem. Analyse etc. N. d. Französl. von Dr. J. G. Tromm-dorf. Erfurt 1817. 8. Dr. A. S. Schultze Montanns die Reagentien und deren Anwendung etc. 1ste Aufl. Berlin 1814. 12. C. W. S. Kuhnert Einleitung in die neuere Chemie. Halle und Berlin 1814. 8.*

§ 16. Die Erklärungen, die weder auf Erfahrungen, noch auf richtigen Vernunftschlüssen beruhen, dürfen schlechterdings nicht Statt finden. Da wir aber bey den Erklärungen der Naturbegebenheiten nicht immer die wirkenden Ursachen sinnlich wahrnehmen und untersuchen können, so nöthigt uns in diesem Falle die Befriedigung des Bedürfnisses unseres Geistes, eine Ursache im Voraus anzunehmen, aus der wir die beobachteten Wirkungen folgern. Diese Erklärungsart heißt die hypothetische, und ist der kategorischen entgegengesetzt, wo man auf sinnlich zu erweisende Ursachen zurückgeht.

„Man muß zwey Arten von Hypothesen unterscheiden, hypothetische Ursachen, und hypothetische Wirkungen. Bey den Einkennungen der voltaischen Säule kann ich annehmen, die Elektricität sey ihre Ursache:

Dies ist ein Beispiel von der ersten Art. Bey der Untersuchung über die Schwere nahm Maſini an, daß sie stets gleichförmig sey: dies war ein gesetzdetzendes Gesetz. Ob eine ausnehmende Ursache die wahre sey, kann nur ausgemittelt werden durch Beobachtung der That-  
sache, nach denen sie wirkt. Und so wird auch hier, was man nicht oft genug wiederholen kann, daß alle natürliche Naturkenntnis nur auf die Kenntniß der Naturerzeugnisse beruht. § 11

§. 17. Nur der Mißbrauch der Hypothesen ist verwerflich; der gehörige und kluge Gebrauch derselben ist sehr nützlich. Sie geben nicht selten Gelegenheit zu neuen und abgeänderten Versuchen, und bieten also Stoff zur Erweiterung unserer Kenntnisse und zur Erforschung der Eigenschaften der Körper dar; und es ist nicht zu leugnen, daß sie selbst zur Erfindung der Wahrheit und zur Vervollkommenung der Naturlehre beigetragen haben. Nur muß man bey der hypothetischen Erklärungsart eingesehen, daß sie nichts weiter, als hypothetisch ist.

§. 18. Eine Hypothese muß, wenn sie zur Erklärung zugelassen werden soll, auf Versuchen oder Beobachtungen beruhen, zur vollständigen und ungezwungenen Erklärung der Naturbegebenheiten hinhinreichen, und keinem andern ausgemachten und allgemeinen Naturgesetze widersprechen. Diese Eigenschaften bestimmen ihre Wahrheitsähnlichkeit, und diese steigt bis zur höchsten Stufe, wenn alle und jede Folgerungen daraus hergeleitet und die Unmöglichkeit einer jeden andern Voraussetzung dargelegt werden kann. Die analogischen Erklärungen sind oft nützlich, aber sehr leicht trügerisch, und also nur mit der größten Vorsicht anzuwenden.

§. 19. Von den Erklärungen sind folgende Regeln (*Regulae Newtonianae*) zu beobachten. 1) Keine andern Ursachen sind für wahr zu halten, als welche zur ungezwungensten, einfachsten und verständlichsten Erklärung einer Naturbegebenheit notwendig und hinreichend sind. Die Ursachen aber sind wahr, 2) wenn sie einfach in der Natur zu erweisen sind, und es ausgemacht ist, daß sie bey der beobachteten Naturbegebenheit zugegen waren, alle andern Ursachen aber dabey offenbar ausgeschlossen.

sen werden; b) wenn das Phänomen nicht bloß möglicher Weise, sondern offenbar daraus fließt; c) wenn unter obestehenden Umständen eben dieselbe Ursache auch dieselben Phänomene hervorbringt; und d) endlich, wenn bey der Wirkung der Ursache das Phänomen wegsfällt.

*Man kann durch das Verhöltniß vom Aufsteigen des Wassers vermuthen, daß dieses der Luft in Gasumpfen. Phys. v. Hagenbroeck 2. a. S. 107, 108, nat. L. H. 1791. 4. §. XXXI.*

§. 20. 2) Wirkungen von einerley Art müssen aus einerley Ursache zugeschrieben werden. Hierbei muß man sich aber hüten, von der Ähnlichkeit und der Ähnlichkeit gewisser Umstände verschiedener Phänomene die Identität ihrer Ursache zu schließen; und erst hinterher, das Zusätze, was die Ähnlichkeit macht, die den Wesentlichen zu unterscheiden.

*Hagenbroeck 2. a. S. 107, 108.*

§. 21. 3) Die Eigenschaften der Körper, welche ihrer Veränderung fähig sind, und die man bey allen Körpern, mit denen man Versuche anstellen kann, antrifft, sind für allgemeine Eigenschaften der Körper zu halten.

*Hagenbroeck 2. a. S. 107, 108.*

§. 22. 4) Die aus den Phänomenen durch Inspection gesammelten Sätze müssen wir, ohngeachtet der entgegenstehenden Hypothesen, für völlig wahr, oder sehr nahe für wahr halten, bis wir auf andere Phänomene treffen, durch die sie entweder noch genauer gemacht, oder Ausnahmen unterworfen werden.

*Man kann durch 2. a. S. 107, 108.*

*Lehrbuch der Philosoph. natural. princip. mathem. L. III.*

§. 23. Zur philosophischen Erklärung der natürlichen Begebenheiten und Wirkungen der Materie wird außer der nöthigen historischen Kenntnis der Körper erfordert, daß man die ungleichartigen Bestandtheile der Körper, und die einfachen Stoffe überhaupt, die Art und Weise ihrer Vereinigung und ihre Verhältnisse unter einander kenne, und dann endlich, daß man die Größe ihrer Kraft gehörig

- 14) *Annalen der Physik*, herausgeg. von D. S. H. C. Grien, fortgesetzt von L. W. Gilbert. (Erscheint seit 1799, und wird fortgesetzt)
- 15) Die *Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin* sind nach und nach unter folgenden Titeln erschienen:
  - a) *Beschäftigungen der Berl. Ges. nat. Fr.* 4 Bände, 2. Berlin 1775 — 1777.
  - b) *Schriften der Berl. Ges. nat. Fr.* 11 Theile, 2. Berlin 1780 — 1794.

Anmerk. Die fünf letzten Bände hat unter doppeltem Titel gedruckt; der zweite Titel ist nämlich: *Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde v. d. G. u. Fr. in Berlin* 3 Bände. Der letzte Band (also der erste der Schriften, und 5te der Beobachtungen) enthält ein Unversenigender über ganz a und b.

  - c) *Neue Schriften der. Ges. nat. Fr. in Berlin.* 4 Bände, 4. Berlin 1795 — 1803.
  - d) *Der Ges. nat. Fr. zu Berlin Magazin für die neuesten Entdeckungen in der Naturkunde.* Erscheint zu Berlin seit 1807 als eine Quartalschrift in 4.
- 16) *Schroters allgemeines Journal der Chemie.* Band 1 — 6. Leipzig 1798 — 1801. — 7 — 10. Bd., Berlin 1801 — 1803. 8.
- 17) *Neues allgemeines Journal der Chemie*, herausgegeben von Göttingen. 6 Theile, Berlin 1803 — 1806. 8.
- 18) *Journal für Chemie und Physik*, herausgegeben von Göttingen. Berlin 1806. 1810. 5 B. 8.
- 19) *J. S. L. Schweigger's N. Journ. f. Chem. u. Phys.* I — XXI. B. (wird fortgesetzt.) Nürnberg 1811 — 1813. 8.
- 20) *Neuer (die Blätter für die Chemie, herausgeg. von H. K. Scherer.* 1ster Band in 4 Heften 8. Halle, 1817 und 18.
- 21) *Thomson's Annals of philosophy etc.* Tom. I — VI. London 1812 — 1813. (wird fortgesetzt)

§. 28. Ich theile die Naturlehre in die allgemeine (*Physica generalis*), und in die besondere (*Physica specialis*) ein. Jene beschäftigt sich theils mit dem, was dem Begriffe der Materie nach Principien a priori zum Grunde liegt, theils mit Phänomenen, die von allgemeinen Grundkräften abhängen. Diese hingegen untersucht die Natur

dayener Stoffe, und erklärt die Veränderungen, die sie hervorbringen oder erleiden.

**Sam.** „Die allgemeine Naturlehre entwickelt die Gesetze, nach welchen natürliche Dinge sich verändern und verändert werden; die besondere zerfällt in Physik, d. i. Lehre von dem Gemeinsamen der Veränderungen mehrerer oder aller Naturwesen; Chemie d. i. Lehre von dem Besondern der Veränderungen der einzelnen Naturwesen; und Physiologie d. i. Lehre von dem Eigenthümlichen der Veränderungen selbstthätiger (lebender) Naturwesen. Die Naturbeschreibung hat zum Gegenstande die Bestimmung der Beschaffenheiten d. i. des nicht in Veränderung Begriffenen, Bleibenden, des Kennzeichens der Naturwesen. Die Geschichte der Natur erzählt die im Laufe der Veränderungen eines einzelnen Naturwesens oder mehrerer ständlich verbundenen (z. B. der Erde mit ihren Theilen und Bewohnern) Naturwesen statt gehabten Begebenheiten, sofern dieselben auf die Entstehung, Fortbildung und den Untergang der Wesen Bezug haben; vgl. Boscovich's. Experimentalphysik, 12. Kapitel; Geschichte der Natur.“

wichtige praktische Entdeckungen dieses Zeitraums, des Compasses, der Brillen, des Schießpulvers. Fortschritte einzelner mechanischen Künste und Operationen. Albrecht der Große (im 13. Jahrh.), Flavio Gioja (im 14. Jahrh.)

Uebersetzung der Experimental-Physik. Schnellige Fortschritte der wissenschaftlichen Kenntniß der Naturlehre: Nicol. Copernicus (geb. 1472, gest. 1543); Tycho de Brahe (geb. 1546, gest. 1601); Franz Bacon von Verulam (geb. 1560, gest. 1626); Galileo Galilei (geb. 1564, gest. 1641); Joh. Kepler (geb. 1571, gest. 1630); Peter Gassendi (geb. 1592, gest. 1655); Willebrord Snellius (geb. 1591, gest. 1626); René des Cartes (geb. 1596, gest. 1650); Evangelista Torricelli (geb. 1618, gest. 1647); Otto von Guericke (geb. 1602, gest. 1686); Rob. Boyle (geb. 1626, gest. 1691); Gottfr. Wilh. Leibnitz (geb. 1646, gest. 1716); Isaac Newton (geb. 1642, gest. 1727).

Neuerer Zeitraum. Torbern Bergmann (geb. 1735, gest. 1784); Carl Wilh. Scheele (geb. 1742, gest. 1786); Joh. Pottseley (gest. 1804); Ann. Lorenz Lavoisier (geb. 1743, gest. 1794); Jos. Blak (gest. 1799); Alessandro Galvani (gest. 1788); J. A. C. Gren (geb. d. 1. Mai 1760, gest. d. 26. Nov. 1798); Liebenberg (gest. 1799); J. B. Richter (gest. 1808); J. W. Ritter (gest. 1810); Cavendish (gest. 1812); W. H. Klaproth (geb. 1743, gest. 1817.) &c." Erweiterung der Lehre von der Elektricität. Entdeckung des Galvanismus. Fortschritte der Naturlehre durch Vervollständigung der Chemie. Entdeckungen in der Lehre von der Luft und den expansiblen Flüssigkeiten. „Reduction der Alkalien und Erden. Entdeckung der Jode und Vergleichung mit dem Chlorin. &c." Verdienste der Alchem; herrschende Mängel; Hindernisse, die ihren Fortschritten entgegen sind.

Es fehlt uns noch eine ausführliche und zusammenhängende Geschichte der Naturwissenschaften. Das



Werk des Herrn *de Loys*: *Abrégé chronologique pour servir à l'histoire de Physique.* à Strasbourg, T. I—IV. 1786—89. 8. fängt erst mit Galilei vom Jahr 1589 an; die Ordnung desselben ist nicht musterhaft, und die nöthige Kritik wird oft vermisst.

## § 27.

### V e r z e i c h n i s s einiger physikalischen Schriften.

#### 1) Systeme und Lehrbücher.

- 1) *Isaac Newtoni philosophiae naturalis principia mathematica.* London 1687. 4. 1726. 4.  
*Eadem perpetuis commentariis illustrata,* Audio PP. *Thomas le Sueur et Franc. Jacquier.* T. I—IV. Genevae 1789. 4. 1750. 4.  
*Eadem commentationibus illustrata potissimum Joannis Tetschen et quibusdam in locis veterioribus Th. le Sueur et Fr. Jacquier aliter propositis.* T. I. Pragae 1780. 4.
- 2) *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata,* auct. *Guil. Jac. s'Gravesande.* Leidae 1719. 4. 1744. T. I. II. 4. ed. III.
- 3) *Christ. Wolffs Versuch zu genauerer Kenntniß der Natur und Kunst.* Halle 1721—1727. Bd. I—III. 8.
- 4) *Petr. von Muschenbroek introductio ad philosophiam naturalem.* Lugdun. Batav. 1762. T. I. II. gr. 4.
- 5) *Leçons de Physique experimentale,* par Mr. l'Abbé *Nollet.* à Paris 1743. u. f. T. I—VI. 8.  
 Des Herrn Abts J. N. Nollet Vorlesungen über die Experimentalmaturlehre. Aus d. Franz. Erl. 1749—1764. Th. 1—6. 8.
- 6) *Joh. Andr. Segners Einleitung in die Naturlehre.* Göttingen 1746. 8. 1754. 8. 1770. 8.
- 7) *Praelectiones in Physicam theoreticam, conscriptae a Georg. Wolff. Kraft.* Tubing. 1750. 8. — in *Physicæ partes mechanicæ,* P. II. 1751. 8. — in *Physicæ partes opticas et his cognatas,* P. III. 1754. 8.
- 8) *Joh. Per. Eberhards erste Gründe der Naturlehre.* Halle 1752. 5te Auflage, 1787. 8.

- 9) *Compendiaria Physicae institutio*, quam in usum auditorum elucubravit P. Noto. Vindobonae 1762. P. I. II. 8.
- 10) *Institutionum Physicarum pars I. seu Physica generalis*, conscripta in usum studentium a Carolo Scherffer. Vindobonae 1763. P. II. seu *Physica particularis*, ibid. eod. 8.
- 11) *Leçons de Physique expérimentale*, par M. Sigaud de la Fon. à Paris 1767. T. I. II. 12.
- Anweisung zur Experimentalphysik, a. d. Fr. des Hrn. Sigaud de la Fond. Dresden 1774. Th. I. II. gr. 8.
- Eben desselben *Elements de physique théorique et expérimentale*. à Paris 1777. T. I—IV. 8.
- 12) *Anfangsgründe der Naturlehre*, von Joh. Elms. Polyg. Zettler ben. Göttingen 1772. 8. Mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg, 1781. 8. 1787. 8. 1791. 8. 1794. 8.
- 13) *Wenzel. Joh. Gustav Karsten Anfangsgründe der Naturlehre*. Halle 1790. 8. Zweite Auflage von S. A. C. Gies, Halle 1790. 8.
- 14) Eben de selbstn Anleitung zur Aemerkung ıten Benntung der Natur. Halle 1794. 8.
- 15) Eben derselben later Entwurf der Naturwissenschaft. Halle 1795. 8.
- 16) *T. G. Krauzenshtub's Vorlesungen über die Experimentalphysik*. 6 Abtheilg. Kopenhagen 1797. 8.
- 17) *Elements de Physique en forme de Tables*, par M. S. Barr. à Strasbourg 1798. 8. F. I.
- 18) *J. H. van Swinden positiones physicae*. Harderoviae, T. I. 1798. T. II. 1797. gr. 8.
- 19) Gleich das zu meinen Vorlesungen über die Experimentalphysik, von Marcus Herz. Berlin 1797. 8.
- 20) *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, von Immanuel Kant. 1te Aufl. 1781. 2te Aufl. 1797. 8.
- 21) *Wubam-Nicholson's Einleitung in die Naturlehre*. Aus dem Englischen mit Zusätzen und Anmerk. von H. S. Ludke. Th. I. II. Leipzig 1797.
- 22) *Grundriß des mathematischen und chemisch-mineralogischen Theils der Naturlehre*, von Joh. Phil. Govert. Gießen 1799. 8.
- 23) *Georg Simon Ohgels Anfangsgründe der Naturlehre*, in Verbindung mit der Chemie und Mineralogie. 1te Aufl. 1806. Berlin und Stuttgart 1806. 8. und in dessen *Encyclopädie*, Th. II. 3te Aufl. Berlin und Stuttgart 1807. 8.
- 24) *Vorlesungen über die Experimentalphysik*, von S. C. Schmid. Th. I—IV. Berlin 1791.
- 25) *Handbuch und lösschen Unterricht in der Naturlehre*. In der Reihe von Büchern an dem jungen Herrn von Cramer, von

- Georg. 5 Bände. Leipzig 1795—97. 8. Neue, vermehrte Auflage. Leipzig 1801. 4 Bände. 8.
- 36) Compendium institutionum physicarum in usum auditorum conscripsit *Matthaeus Pankl*. Posonii 1793. P. I. II. III. 8.
- 37) Grundriß der öffentlichen Vorlesungen über die Experimentalnaturlehre, von *P. Maximus Imhoff*. München, 2b. I. 1794. 2b. II. 1795. 8.
- 38) *H. W. G. Gaus*s Anfangsgründe der Naturlehre, a. d. Dänischen überf. von *Joh. Clem. Tode*. Kopenhagen und Leipzig. 2b. I. II. 1795. 8.
- 39) *A. Gallivans* Uebersicht der Natur, in Briefen an einen Reisenden. Aus d. Engl. mit einigen Anmerkungen. Leipzig, B. I. 1795. B. II. 1796. B. III. 1797. 8.
- 40) *Lehrbuch der Naturlehre*, von *Joh. Conr. Kelln*. B. I. Ansbach 1796. 8.
- 41) *J. C. G. Gaus*s Anfangsgründe der Physik. Jena 1797. 8.
- 42) *G. Adams* Vorlesungen über die Experimental-Physik, a. d. Engl. überf. v. *Geisler*. Leipzig 1798—99. 2 Theile. 8.
- 43) *J. T. Mayers* Anfangsgründe der Naturlehre. Göttingen 1801. 2b. 8. 5te Aufl. 1812. 8.
- 44) *J. B. Gaus*s Anfangsgründe der Physik, a. d. Fr. überf. v. *Wolff*. Leipzig 1804—5. 2 Theile. 8.
- 45) *E. G. Gaus*s Lehrbuch der mechanischen Naturlehre. Berlin 1806. 8.
- 46) *L. B. Capello* Handbuch der Experimental-Naturlehre, a. d. Engl. überf. v. *Trommsdorff*. Erfurt 1806. 4 Bände. 8.
- 47) *J. G. F. Schrader's* Grundr. d. Experimental-Naturlehre 1c. 2te von *L. W. Gilbert* besorgte Aufl. Hamburg 1804. gr. 8.
- 48) *J. P. Neumann* Compendiaria Physicae institutio etc. Graecii 1803. 8.
- 49) *Fr. Hildebrandt's* Anfangsgründe der dynamischen Naturlehre. Erlangen 1807. gr. 8.
- 50) *L. A. Jungnick* Grundr. d. Naturlehre 1c. B. I—II. Breslau 1804. 8.
- 51) *C. W. G. Kastner's* Grundr. der Experimentalphysik. Heidelberg 1810. 8.
- 52) *G. G. Schmidt's* Handbuch der Naturlehre, 2te Auflage. Gießen 1813. 8.
- 53) *J. J. Fries* System der theoret. Physik. Heidelberg 1812. 8.
- 54) *G. F. Parror's* Grundr. der theoret. Physik. Dorpat 1811.
- 55) *G. F. Bior*: Traité de Physique expérimentale et mathématique. T. I—IV. Paris 1816. 8. überf. von *Fr. Wolf*. Berlin 1819.

- 46) D. Scholz, Anfangsgründe der Physik. Wien 1816.  
 47) S. Bries, Lehrbuch der Physik etc. Aufl. Jena 1816. 8.  
 48) J. B. Tremmodorffs Gründe der Physik. Göttingen 1817. 8.  
 49) J. P. Neumann's Lehrbuch der Physik. B. 1. Wien 1818. gr. 8.  
 Nr. 7

## 2) Wörterbücher.

- 1) Physikalisches Wörterbuch, oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre in alphabetischer Ordnung, von Joh. Sam. Traugott Seidler. Bd. I. 1781. 1787. Bd. II. 1789. Bd. III. 1790. Bd. IV. 1791. Bd. V. 1795. Bd. VI. 1796. 8.  
 2) J. L. Smiths physikalisches Wörterbuch u. Erklärungen 1753—1805. 4 Bände. 8.

## 3) Vermischte Schriften.

- 1) Franc. Bacon, de Dignitate operis orama, opera Simon. Joh. Arnaldi. Lipl. 1691. 12.  
 2) Robert. Boyle opera varia, Grævæ 1690. 4. cum appendic. 1681—1683.  
 3) Christ. Hugenii opera varia, cura Carol. Jac. d'Grassefonde. T. I. II. Lugd. Bat. 1724. 4.  
 Ejusd. opera reliqua. T. I. II. Amstelæd. 1725. 4.  
 4) Petri van Musschenbroeck Physicæ experimentales et geometricæ dissertationes. Lugd. Bat. 1729. 4.  
 5) Tentamina experimentorum naturalium ceptorum in academia del Cimento, edita a Pet. van Musschenbroeck. Lugd. Bat. 1731. 4.  
 6) Leon. Euleri opuscula variæ argumenti. T. I—III. Petrob. 1745. 1750. 1761. 4.  
 (Eben d. selben) Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie. T. I—III. à Milan 1770—1774. 8. Nouv. Edit. par M. de Condorcet et de la Cress. à Paris. T. I. 1787. T. II. 1788. gr. 8.  
 Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Naturgeschichte. I—III. Zt. Leipzig 1769—1774. 8. Neue Ausgabe von Fr. Bries. B. I. Leipzig 1790. B. II. u. III. 1794. gr. 8.  
 7) Abr. Guich. Adversus dissertationes mathematicas et physicas. Alenb. 177. 4.  
 8) Recherches sur les modifications de l'atmosphère, par Jean André de Luc. I. & II. à Genève 1772. gr. 4.

- J. L. de Luc Untersuchungen über die Atmosphäre und die zu Ermessung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge; a. d. Franz. Th. I. II. Leipzig 1776. 1778. 8.
- 9) Eben desselben Idées sur la météorologie. T. I. II. à Londres 1786. 8.
- Neue Ideen über die Meteorologie, von J. L. de Luc; a. d. Franz. Th. I. II. Berlin und Stettin 1787. 1788. 8.
- 10) Voyages dans les Alpes, par Horace Bened. de Saussure. T. I—IV. à Genève 1780—1786. gr. 8.
- Horaz. Bened. von Saussure Reisen durch die Alpen; a. d. Fr. Leipzig 1781—1788. B. I—IV. 8.
- 11) Hr. Carl Richard's chemisch, physische Schriften. Berlin 1780. 8.
- 12) Eben desselben Sammlung physikalischer und chemischer Abhandlungen. B. I. Berlin 1784. 8.
- 13) Torb. Bergmann opuscula physica et chemica. V. I. II. Holm. Upsal. et Abono 1779—1780. 8. Vol. III. chendaf. 1785. und Lpf. 1786. gr. 8. Vol. IV—VI. edid. Ern. Benj. Gottl. Hebenstreit. Lpf. 1787. 1788. 1790. gr. 8.
- 14) Carol. Guil. Scheele opuscula chemica et physica, ed. Ern. Benj. Gottl. Hebenstreit. Vol. I. II. Lpf. 1788. 1789.
- 15) Experiments and observations on different kinds of air, by Jo. Priestley. Lond. 1774. 8. Sec. edit. 1775. 8. Vol. II. 1775. Vol. III. 1776. 8.
- Dr. Jos. Priestleys Versuche und Beobachtungen über verschiedne Gattungen der Luft; a. d. Engl. Th. I. Wien und Leipzig 1776. 8. Th. II. 1779. Th. III. 1780.
- 16) Jos. Priestleys Experiments and observations relating to various branches of natural Philosophy; with a continuation of the observations on air. Lond. 1779. Vol. II. Birmingh. 1781. 8. Vol. III. Birmingh. 1786. 8. (Der Verfasser führt dieses Werk als eine Fortsetzung des vorigen an. Eine neue Ausgabe beyder zusammen in 5 B. hat er 1790. zu London herausgegeben.)
- Eben desselben Versuche und Beobachtungen über verschiedne Theile der Naturlehre, a. d. Engl. Leipzig 1780. B. II. Wien und Leipzig. 1782. 8.
- 17) Opuscules physiques et chimiques, par M. Lavoisier. T. I. II. à Paris 1774. 8.
- Herrn Lavoisier physikalisch u. chemische Schriften, a. d. Franz. von Chr. Ehrenfr. Weigel. B. I. Greifswalde 1785. 8. B. II. 1785. 8. — Aus dem Französischen gesammelt und überf. mit Anmerk. von eben demselben. B. III. Greifswalde 1786. 8. von G. J. Zink, B. IV. Greifsw. 1792. B. V. 1793. 8.
- Vom Naturlehre, 10te Aufl. B

- 18) Joh. Ingenhousz's vermischte Schriften, physisch-mathematischer Natur, übersetzt und herausgegeben von H. F. Karl Mohr. Wien 1792. 3 Neue, sehr vermehrte Auflage. 2 B. I. II. Wien 1794. 8
- 19) Sammlung zur Physik und Naturgeschichte, von einem Pöbblersche'schen Bibliothekar. Bd. I. Leipzig 1779. 8 Bd. II. 1782. Bd. III. 1787. Bd. IV. 1792. 8.
- 20) Opuscoli fisico-chimica del Cavaliere Marfilio Landriani. Milano 1781. 8
- 21) Sammlung physisch-mathematischer Abhandlungen, von G. G. Schmidt. Bd. I. Pforta. 1795. 8
- 22) Beiträge zur Physik und Chemie, von H. F. Link. Rostock und Leipzig. St. I. 1795. St. II. 1796. 8.
- 23) J. B. Richter: Ueber die neuern Eigenschaften der Chemie. St. I - XI. Breslau und Hirschberg 1791 - 1802. 8.
- 24) M. G. Klaproth's Beitr. zur chem. Kenntn. der Mineralien. Bd. I - VI. Pforta und Berlin, und Berlin u. Leipzig 1795 - 1810. 1815. 8.
- 25) L. F. Buchholz: Beitr. z. Erk. und Besch. d. Chemie. H. I - III. Erfurt 1799 - 1802. 8
- 26) J. Schuler's System der dualistischen Chemie d. Prof. J. J. Winterer. Pforta 1807. 8.
- 27) J. W. Müller's Phys. Chem. Abb. B. I - III. Leipzig 1806. 8. Dessen Fragmente etc. B. I - II. Hirschberg 1810. 8.
- 28) G. R. Seckendorff's Aufsat. der chem. Naturgesetze etc. Berlin 1802. 8
- 29) C. W. G. Kastner's Anleitung in die neuere Chemie. Neue und Dritte 1814. 8. und Dessen Beiträge etc. H. I - II. Heidelberg 1805 - 1807 und Marburg von Jena 1805. 2. und dessen neueste kurze Uebersicht d. Fortsch. der Chemie. Halle 1810. 4.
- 30) C. L. Berthollet's Essai de stat. gen. chim. 1<sup>re</sup> ed. I - II. Paris 1803. übers. von Bartholdi und Götter. Berlin 1811. 8.
- 31) Dalton's neues System des chem. Zust. der Naturgen. übers. von Wölff. Berlin 1812. 8
- 32) G. Davy's Elemente d. chem. Theils der Naturgen. übers. von Wölff. Berlin 1815. 8
- 33) G. J. Wager's Elements of Electricity and Electro-chemistry. Lond. 1814. 8.
- 34) J. W. Lohmann's Beiträge zur Electrochemie. Jena 1816. 8.
- 35) Gay Lussac et Thénard Recherches physiques-chimiques. T. I - II. Paris. 8.
- 36) J. S. John's Chem. Sketches B. I - V. Berlin 1810 - 17. 8.

- 37) J. C. Sishers Geschichte der Physik. Obtingen 1801 — 1808  
3 Bde. 8.

4) Magazine und Journale.

- 1) Hamburgisches Magazin, oder gesammelte Schriften zum Unter-  
halt und Vergnügen aus der Naturforschung und dem angenehmen  
Wissenschaften überhaupt. Bd. I — XXVI. Hamb. 1747 — 1765. 8.  
Neues Hamburgisches Magazin. Hamburg 1767 u. f. 8.
- 2) Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur  
les Arts, par M. l'Abbé Rozier, M. Mongez et de la Métherie.  
T. I — XLIII. à Paris 1775 — 1795. 4.
- 3) Journal de Physique, de Chymie et d'Histoire naturelle, par  
Jean Claude Lamétherie. T. I. à Paris. An. 80. 4. (endet  
1815.)
- 4) Biblioteca fisica di Europa, di L. Brugnatelli. Pavia T. I — XX.  
8.
- 5) Giornale fisico-medico — di L. Brugnatelli. Pavia. T. I. 1794.  
8. (wird fortgesetzt.)
- 6) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte,  
herausgegeben von Lichtenberg. B. I — III. Gotha 1781 — 86.  
Fortgesetzt von Voigt. B. IV. 1786. — B. XII. 1796. 8.
- 7) Vor. Crells chemisches Journal. Th. I. Lemgo 1778. — Th. VI.  
1781. 8.
- 8) Eben desselben neueste Entdeckungen in der Chemie. Th. I. Leipzig  
1781. — Th. XII. 1784. 8.
- 9) Eben desselben chemische Annalen. Helmst. und Leipzig. 20-Jahrg.  
1784 — 1803. 8.
- 10) Eben desselben Beiträge zu den chemischen Annalen. B. I. Helmst.  
und Leipzig. 1786. 8. — B. VI. 1793 — 1799.
- 11) Annales de Chymie, ou Recueil de Mémoires concernant la  
Chymie et les Arts, par MM. de Morveau, Lavoisier, Monge,  
Berthollet, de Fourcroy, le Baron de Dieterich, Hassenfratz et  
Adet. Tome I. à Paris 1789. — T. XVIII. 1793. 8. Fortgesetzt  
unter dem Titel: Ann. de Chim. et de Physique etc. T. I — V.  
à Paris 1818. 8.
- 12) Journal der Physik, herausgegeben von D. Fr. Albr. Carl  
Gren. B. I. Halle und Leipzig 1790. — B. VIII. 1794. 8.
- 13) Neues Journal der Physik, herausgegeben von D. F. A. C. Gren.  
Leipzig. B. I. 1795 — B. IV. 1798.

- 14) Annalen der Physik, herausgeg. von D. S. L. Greu, fortgesetzt von L. W. Gilbert. (Erscheint seit 1799, und wird fortgesetzt)
- 15) Die Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin sind nach und nach unter folgenden Titeln erschienen:
  - a) Beschäftigungen der Berl. Ges. nat. Fr. 4 Bände, 8. Berlin 1776 — 1777.
  - b) Schriften der Berl. Ges. nat. Fr. 11 Bände, 8. Berlin 1760 — 1791.

Bemerk. Die fünf letzten Bände sind unter vorrathem Titel gedruckt; der vierte Titel ist nemlich: Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde v. d. H. u. Fr. in Berl. 5 Bände. Der letzte Band (also der vierte der Schriften, und sie der Beobachtungen) enthält ein Universitätsregister über ganz a und b.

  - c) Neue Schriften der. Ges. nat. Fr. in Berl. 4 Bände, 4. Berlin 1795 — 1805.
  - d) Der Ges. nat. Fr. in Berlin Magazin für die neuesten Entdeckungen in der Naturkunde. Erscheint zu Berlin seit 1807 als eine Quartalschrift in 4.
- 16) Scheeters abgewandtes Journal der Chemie. Band 1 — 6. Leipzig 1798 — 1801. — 7 — 10. Bd., Berlin 1801 — 1805. 8.
- 17) Neues allgemeines Journal der Chemie, herausgegeben von Gehlert. 5 Bände, Berlin 1805 — 1808. 8.
- 18) Journal für Chemie und Physik, herausgegeben von Gehlert. Berlin 1806. 1810. 3 B. 8.
- 19) J. S. L. Schwigger's N. Journ. f. Chem. u. Phys. 1 — XII. B. (wird fortgesetzt.) Nürnberg 1811 — 1818. 8.
- 20) Nordische Blätter für die Chemie, herausgeg. von H. W. Scheerer. 1. Band in 4 Heften. 8. Halle, 1817 und 18.
- 21) Thomson's Annals of philosophy etc. Tom. 1 — 11. London 1812 — 1818. (wird fortgesetzt)

§. 28. Ich theile die Naturlehre in die allgemeine (Physica generalis), und in die besondere (Physica specialis) ein. Jene beschäftigt sich theils mit dem, was dem Begriffe der Materie nach Principien a priori zum Grunde liegt, theils mit Phänomenen, die von allgemeinen Grundkräften abhängen. Diese hingegen untersucht die Natur



einzelner Stoffe, und erklärt die Veränderungen, die sie hervorbringen oder erleiden.

**Sam.** „Die allgemeine Naturlehre entwickelt die Gesetze, nach welchen natürliche Dinge sich verändern und verändert werden; die besondere zerfällt in Physik, d. i. Lehre von dem Gemeinsamen der Veränderungen mehrerer oder aller Naturwesen; Chemie d. i. Lehre von dem Besondern der Veränderungen der einzelnen Naturwesen, und Physiologie d. i. Lehre von dem Eigenthümlichen der Veränderungen selbstthätiger (lebender) Naturwesen. Die Naturbeschreibung hat zum Gegenstande die Bestimmung der Beschaffenheiten d. i. des nicht in Veränderung Begriffenen, Bleibenden, des Kerns werts der Naturwesen. Die Geschichte der Natur erzählt die im Laufe der Veränderungen eines einzelnen Naturwesens oder mehrerer räumlich verbundenen (z. B. der Erde mit ihren Theilen und Bewohnern) Naturwesen statt gekabten Begebenheiten, sofern dieselben auf die Entstehung, Fortbildung und den Untergang der Wesen Bezug haben; vergl. *Bastner's Experimentalphysik*, 12. Kapitel: *Geschichte der Natur*.“



## Materie. Grundkräfte derselben.

§. 30. Wir können uns nichts Körperliches anders denken, als daß es ausgedehnt, oder daß es in einem Raume enthalten ist, den man nach dreierley auf einander senkrecht stehenden Richtungen abmessen, oder, worin man Länge, Breite und Höhe unterscheiden kann.

§. 31. Die Ausdehnung eines jeden Körpers \*) nach der Richtung der Länge, Breite und Höhe ist durch Flächen begränzt, deren Lage und Stellung gegen einander die Figur des Körpers bestimmt. Jeder \*\*) Körper hat also eine Figur \*\*\*).

\*) „A. L. durch jeden gekalteten Raum erfüllenden

St.“

\*\*) „flüssig oder tropfbarflüssig“

St.“

\*\*\*) „Auch für jedes gekaltete (ausdehnbares) flüssige ist durch Außenbegrenzung eine Figur möglich.“

St.“

§. 32. Das, was den Raum des Körpers erfüllt, heißt Materie. Einen Raum erfüllen heißt aber, dem Beweglichen widerstehen, das durch seine Bewegung in diesen Raum einzubringen strebt. Dieses Phänomen der Materie nennt man Undurchdringlichkeit.

„Daß ein Körper den Raum fülle, nehmen wir durch das Gefühl wahr, indem der Körper unserm eignen Körper einen Widerstand entgegensetzt. Alle Körper, die dem unsrigen widerstehen, leisten sich auch unter einander Widerstand; und so gewinnt es den Anschein, als ob Undurchdringlichkeit der Materie absolut zuträfe. Allein die unumwundene und allgemeine Erfahrung, daß zwei Stoffe, wenn sie sich chemisch mischen, einen neuen, in sich völlig homogenen Stoff bilden, vertragen uns, anzunehmen, daß sich die Stoffe in die einander in ihrem inneren Wesen durchdringen. Ist dieß aber richtig, so kommt die Undurchdringlichkeit nicht einmal der wahrnehmbaren Materie unbedingt zu. Nicht es setzen nicht wahrnehmbare Materie, so ist sie eben deswegen nicht wahrnehmbar, weil ihr diese Eigenschaft fehlt. Denn ohnachtet können in einer solchen Materie bewegende Kräfte wirken: denn daß es bewegende Kräfte geben könne, die mit durch Widerstand, sondern auf eine andere, uns unbekannte Art wirken, lehrt uns unser eigener Wille.“

St.“

„Von dem mechanisch undurchdringlich fern, d. h. dem Unvermögen durch Andringen zur gemeinschaftlichen Raumtheilung zu gelangen, oder aus dem Raum vertrieben werden zu können, ist zu unterscheiden die chemische, durch wechselseitige Anziehung zweier oder mehrerer Gegenstände bewirkte Durchdringung oder Mischung.“

St.“

§. 33. Die Vorstellung des Raumes kann zwar nicht von der Vorstellung des Körpers getrennt werden; daraus folgt aber nicht, daß der Raum eine Eigenschaft der Materie an sich sey. Raum ist vielmehr die Form der äußern sinnlichen Anschauung, oder die Regel, unter welcher die Einlichkeit von äußern Objecten afficirt wird.

§. 34. Materie ist das Bewegliche im Raume (oder das in den, durch die äußeren Sinne wahrnehmbaren Erscheinungen Beharrliche); und in so fern die Vorstellung des Raumes von der Vorstellung des Körperlichen untrennlich ist, kann man die Materie den beweglichen oder empirisch en Raum nennen. Der Raum, in welchem alle Bewegung zuletzt gedacht werden muß (der mithin selbst schlechterdings unbeweglich ist), heißt der reine absolute Raum, im Gegenfatz des vorigen, den man auch den relativen Raum nennt. Der absolute Raum ist an sich nichts, sondern eine bloße Idee, die selbst kein Object hat. Ein nicht mit Materie erfüllter Raum, oder ein leerer Raum (*Vacuum*), hat als solcher nur objective Gründe, und kann nicht als sich selbst gekehrt oder als ein wirkliches Ding angesehen werden.

In aller Erfahrung muß etwas empfunden werden, und das ist das Reale der sinnlichen Anschauung, so daß man auch der Raum in so fern nur über die gemeinsamen Erfahrungen auftreten können empfindbar, d. i. durch das, was empfunden werden kann, begreift, und dieser, als der Inbegriff aller Gegenstände der Erfahrung, und selbst ein Object derselben, heißt der empirische Raum. Dieser, oder, als materiell, ist selbst beweislich. Ein beweglicher Raum aber, wenn er ne Herrschaft wahrzunehmen werden soll, setzt wiederum ein von andern erweiterten materiellen Raum voraus, in welchem er beweislich ist, d. i. eben soviel einen andern, und so fort, bis man die unendliche Raute's metaphysisch auf der Natur (S. 2. f.) Durch den Begriff des einen objektiven, aber reinen, und unbeweglichen Raumes erhält; indessen der Er. brauchsgebrauch des Begriffs in der Erfahrung eines beweglichen Raumes auf einen andern vollsten beweglichen Raum Einheit.

§. 35. Die Erfahrung lehrt, daß wir, wenn wir den Raum irgend eines Körpers verengen wollen, Widerstand finden, so groß oder klein er auch seyn mag. Was aber Widerstand leistet, oder was Bewegungen hemmt,

muss selbst eine bewegende Kraft seyn (§. 3.) Also erfüllt die Materie ihren Raum nicht durch ihre bloße Existenz, sondern durch eine besondere bewegende Kraft.

§. 36. Eine Kraft, die dem Eindringen einer andern, oder der Annäherung widersteht, heisst eine zurückstossende oder expansive Kraft (*Vires repulsivae, expansivae*). Die Materie erfüllt also ihre Räume durch repulsive Kräfte aller ihrer Theile, d. i. durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, die einen bestimmten Grad hat, über den keine oder größere Grade ins Unendliche gedacht werden können.

§. 37. Weil für gegebene ausdehnende Kraft der Raum eine größere zusammendrückende angenommen werden kann, die jene in einen engeren Raum zwingt, und so ins Unendliche: so folgt, daß die Materie ins Unendliche zusammengedrückt werden kann. Sie würde durchdrungen werden, wenn durch ihre Zusammenrückung der Raum ihrer Ausdehnung völlig aufgehoben würde. Dazu würde eine unendlich zusammendrückende Kraft erfordert werden, welche unmöglich ist. Also kann eine Materie von einer andern niemals in diesem Sinne durchdrungen werden.

Die Durchdringung der Materie vermittelt äußerer zusammenrückender Kräfte könnte die mechanische heissen, im Gegensatz der chemischen, vermittelt der Auflösung, von der unten gehandelt werden wird.

§. 38. Die Undurchdringlichkeit der Materie (§. 32.) beruht also auf einem physischen Grunde, nämlich auf dem Widerstande, der mit den Graden der Zusammenrückung proportionallich wächst: denn die ausdehnende Kraft mehr die Materie selbst, als ein Ausgedehntes, das seinen Raum erfüllt, erst möglich. Da aber diese Kraft einen Grad hat, der überwältigt werden kann, doch so, daß die gänzliche Durchdringung unmöglich ist (§. 37.), so folgt, daß die Undurchdringlichkeit der Materie nur relativ, nicht absolut ist.

Von der Voraussetzung der absoluten Undurchdringlichkeit nimmt man an, daß die Materie als Materie sich überdies und mit alleiniger Nothwendigkeit dem Ende nach widersetzt, und daß sie keiner Zusammenziehung fähig ist, als in so fern sie leere Räume enthält.

§ 39. Die Möglichkeit der Materie erfordert außer der Expansivkraft eine Anziehungskraft (*Vis attractiva*), die der Ausdehnungskraft entgegenwirkt, als die zweite wesentliche Grundkraft derselben. Die Expansivkraft, als wesentliche bewegende Kraft, kann nemlich nicht durch sich selbst eingeschränkt, auch kann die damit begabte Materie nicht durch den Raum allein auf eine gewisse Gränze der Ausdehnung gesetzt werden. Also würde die Materie durch bloß repulsive Kräfte sich ins Unendliche zerstreuen, und der Grad einer in alle Räume sich verbreitenden Expansivkraft unendlich klein, d. i. gleich Null seyn; es würde also nirgendwo ein endliches Quantum Materie vorhanden, oder jeder angegebene Raum würde vollkommen leer seyn. Also erfordert die reale Möglichkeit der Materie noch eine ursprüngliche innere Anziehungskraft, wodurch die Verbreitung eines jeden bestimmten Quantum Materie auf einen bestimmten Raum bgränzt wird.

§ 40. Durch bloße Anziehungskraft, ohne Expansivkraft, ist keine Materie möglich. Denn wenn eine Materie durch bloße Anziehungskraft existirte, so würde der Raum ihrer Verbreitung ins Unendliche vermindert werden, oder ihre Theile würden in einen mathematischen Punkt zusammenstößen, und der Raum würde leer, folglich ohne Materie seyn.

§ 41. Die Materie erfüllt ihren Raum nur dann mit Beharrlichkeit, wenn die Expansivkraft und die Anziehungskraft ihrer Theile sich aneinander das Gleichgewicht halten.

„Die dynamische Aufgabe der Natur lautet:

- 1) Was der Kraft entgegenwirkt, kann nur als Kraft (Gegenkraft) existirt weiden, wo aber die Natur so ist, schenkt sie Zugewandte ihrer Gegengewichte.

- a) Alle Berührungswaagen der Dinge erfahren durch Wechselwirkung freier Cohesivkräfte, und zwar der sich entgegengesetzten Grundkräfte (Expansiv- und Attractivkraft).
- β) Diefes kann verschieden seyn, entweder stufen- oder gradweise, oder meistens entgegengezetzt, nemlich anziehend, d. i. Annäherung jener Punkte bewirkend, und abstoßend, d. i. zwei Punkte von einander entfernend.
- γ) Es können wirken entweder in die Ferne (nach dem umgekehrten Verhältniß ihrer Verbreitung durch den Raum, d. h. nach dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung) oder nur in der Berührung (d. h. nach dem umgekehrten Verhältniß des Raumes, den die Materie schon einnimmt).
- δ) Wirken werden alle Körper zeigen: a) entweder einen bestimmten Grad der Anziehung aus der „Ferne“, oder der Zurückziehung in der „Ferne“; b) entweder einen bestimmten Grad der Anziehung in der „Berührung“, oder der Abstoßung in der Berührung (vgl. § 110 a. a. O. S. 23).
- ε) Es werden sich aber auch alle Punkte einer gegebenen Materie anziehen, und diese wird daher nur Grade des Zusammenstrebens oder des Auseinanderstrebens darbieten. Ar.

§ 42. Der Raum, den die Materie erfüllt, muß als eine stetige Größe (Continuum) angesehen werden. Er ist ins Unendliche mathematisch theilbar, d. h. keiner seiner Theile kann der kleinste genannt werden, oder er besteht, so klein er auch ist, immer wieder aus Räumen, wie sich erweisen läßt.

Man siehe (Zia. 1.) die Parallellinien AB und CD; auf beide errichte man eg und fh senkrecht, und beschreibe so das Parallelogramm eghf. Zieh nun aus g die Linie'gf gezogen, so wird das Parallelogramm dadurch in die beiden Dreiecke gfh und ghf getheilt. Wenn aus eben diesem Punkte g die Linien gh, gi, gm gezogen werden, so wird das Dreieck ghf dadurch immer in kleinere Theile getheilt. Da es nun offenbar ist, daß sich die Linie AB ohne Ende verlängern läßt, und da man ferner aus dem Punkte g gegen alle Punkte der unendlich verlängerten Linie AB eine Linie ziehen kann, ohne daß sie endlich mit CD zusammenfällt, weil diese sonst mit AB nicht parallel wäre, welches der Voraussetzung zuwider ist, so folgt, daß das Dreieck ghf dadurch in unendlich viele Theile getheilt, und daß diese Theilung ohne Ende fortgesetzt werden könnte.

Oder (Zia. 2.) man ziehe gegen AB die Linie IC senkrecht, und beschreibe nun mit dem Halbmesser DC den Bogen CK, und mit dem Halbmesser FC den Bogen CL. Der Euclidische lehrt es, daß der Raum LC der geraden Linie AB näher komme, als der Bogen CK. Der mit dem Halbmesser GC beschriebene Bogen CM kommt ihr noch näher, und der mit dem Halbmesser CN beschriebene noch mehr, und so immer fort, je größer der Radius ist, mit welchem der Bogen beschrieben wird. Der Raum KCB wird dadurch immer mehr getheilt. Wend sich nun die Linie CL nach I zu ohne Ende verlängern annehmen

hst, so lassen sich auch mit dem ohne Ende wachsenden Radius C durch den Punkt C unendlich viele immer größer werdende Bögen beschreiben, die der Linie AB immer näher kommen, ohne daß endlich ein solcher Bogen mit AB zusammenfallen könnte, indem er sonst nicht von seiner Tangente, und die krumme Linie nicht von der geraden unterbrochen würde. Der zwischen A, B befindliche Raum wird solcher Gestalt ohne Ende getheilt werden können.

§ 43. Aber auch die Materie erfüllt ihren Raum als stetige Größe, und ist ins Unendliche theilbar, und zwar in Theile, deren jeder wiederum Materie ist. In einem mit Materie erfüllten Raume enthält nämlich jeder Theil derselben repulsive Kraft, allen übrigen nach allen Seiten entgegen zu wirken; folglich ist auch jeder Theil eines durch Materie erfüllten Raumes für sich selbst beweglich, und also trennbar von den übrigen durch Theilung. So waltet sich also die mathematische Theilung des Raumes, den die Materie erfüllt, erstreckt, so weit erstreckt sich auch die möglichste theilliche Theilung der Substanz, die ihn erfüllt, das ist, ins Unendliche.

§ 44. In der Wirklichkeit findet die Theilung der Materie freilich ihre Grenzen; hier ist aber von der möglichen Theilung derselben die Rede, die keine Grenzen hat. Sonst kann die wirkliche Theilung doch bis zum Ersauern weit getrieben werden; und die Kunst vermag Theilungen vorzunehmen, die nach den Begriffen milder Unterrihteter ungloublieh scheinen können.

Derzule solcher kervunderwürdig großer Theilungen der Materie geben:

1) Die Materie des Lichts. Durch ein kleines Loch in einem Kartenblatte, d. h. vor's Auge gehalten, übersehen wir eine kugelförmige Menge sehr feiner Partikel. Die Masse ober wird gesehen, das von jedem sichtbaren Partikel Lichtstrahl ins Auge kommen, dessen Ausgangspunkt das Loch ist, durch welches wir sehen, und deren Ende sich am sichtbaren Partikel findet. Diese Lichtstrahlen müssen unabhörbar sein, weil nur eine unabhörbare Menge sichtbarer Partikel vorhanden seynen; und diese Lichtstrahlen müssen bei ihrem Durchgange sich auch nicht unter einander vermischen und aufhalten.

2) Wachsende Aussätze. Eine Cubiklate Karzobdel kann die Luft eines Zimmers mit seinem Inhalte ganz ausfüllen, wenn es das Licht der Natur zur Vertheidigung gebracht wird. Wenn dieses Zimmer 10 Fuß lang, 10 Fuß breit und 10 Fuß hoch wäre, und man annehmen würde, daß in jeder Cubiklinie Luft dieses Zimmers nur viermal so



= 40000 Quadrate bekommen, deren jedes  $\frac{1}{725}$  eines Zolles hat, und mit den Augen zu unterscheiden ist. Nun haben 56 $\frac{1}{2}$  Quadrat Zoll, folglich 7,45000 dergleichen Quadrate. Gold aber ist auf beiden Seiten sichtbar, und so erhalten 100 mit den Augen erkennbare Theile an einem Gran Gold. Hier geht die Sichtbarmachung der Theile des Goldes beyung in der Verfertigung des Draths zu den goldenen Fressen. Man wird dazu eine cylindrische Stange Silber von 12 Linien im Durchmesser mit einer Unze Gold versehen. Durchziehen durch immer engeren Drathzüge und beyung wird dieselbe endlich zu einer Länge von 120 französischen Faden über ausgedehnt, wobei das Gold die ganze Oberfläche der Unze Gold bildet also hier einen Cylinder von 120  $\times$  2000 Klustern  $\times$  6 = 1,520000 Fuß  $\times$  12 = 15,840000 Zoll  $\times$  1200 Linien. Nimmt man an, daß in der Länge einer Linie 1000 Theile, und auf dem Drathe wenigstens 2 Flächen zu sehen sind, so wären hierbey von einer Unze Gold 12  $\times$  2  $\times$  1000 = 4561,920000 Theile sichtbar gemacht worden, welches Gran = 27 $\frac{1}{2}$  Unze 9,295666 erkennbare Theile ausmacht.

hier, in den *Mém. de l'acad. roy. des sciences de Paris* B. 205 ff.

Spiele einer großen Ausdehnung des Platin geben die verflochtenen Leinwandstücke; vergl. Kastner's Deutsch. Gewerksfr. B. L. 3 St. Nach Wallaston läßt sich das Platin zu Dräthen ziehen, ja selbst von  $\frac{1}{725}$  Zoll Durchmesser; a. a. O. III.

St."

1 metallischen Niederschläge. Man löse 4 Gran Eisenvitriol in Regenwasser auf, und tröpfle dazu von der geistigen Lösung. so wird nach dem Umrühren die Flüssigkeit durch das



atomistisches System, das eine völlige Gleichartigkeit der Materie behauptet, ist gerichtet, die Verschiedenheit der Materie, wovon uns die Erfahrung, aus der verschiedenen Größe, der verschiedenen Form und Figur der Atome und der leeren Räume, zu ersehen. Nach dem dynamischen System ist eine unverschiedenheit des Verhältnisses und der Intensität der Grundkräfte, die das Wesen der Materie ausmachen (§. 32), möglich; es läßt sich folglich die Hinsicht eine wesentliche Unterscheidung behaupten, und daraus die empirische Verschiedenheit der körperlichen Dinge ableiten.

Nach der atomistischen Entstehungsart in der Natur ist ein Körper vollkommen oder absolut dichter, der keine leeren Zwischenräume hat, sondern seine Atome in des Körpers als stetige Größe erfüllen. Die Dichtigkeit eines solchen Körpers muß aber zu Folge der Erfahrung geläugnet werden, weil die Erfahrung uns zeigt, daß nicht in einem gewissen Grade zu verdichtet werden könnte. Nach jenem Begriffe von der Dichtigkeit des Minnes stellt man Vergleichungen an, und Materie dichter, als eine andere, die weniger dicht enthält, und dünner, wenn sie mehr Leeres als eine andere; und es giebt also ein Maximum und Minimum der Dichtigkeit.

Da nach dem dynamischen System die Materie als Continuum ihren Raum erfüllt, so kann es kein Maximum und kein Minimum der Dichtigkeit geben. Hier heißt hier der Grad der Erfüllung eines Raumes durch ursprüngliche Grundkräfte. Hier ist eine Materie dichter, als eine andere, wenn der Grad der Erfüllung oder die Intensität ihrer Grundkräfte größer oder kleiner ist. Jede noch so dünne Materie muß wohl völlig dicht heißen; und sie ist, mit einer andern, weniger dicht, wenn sie ihren Raum zwar nicht in gleichem Grade erfüllt.



§ 51. Die Dichtigkeit der Materie ist demnach ein Relativbegriff, und es läßt sich dieselbe nicht an sich bey einem Körper, sondern es lassen sich nur die Verhältnisse der Dichtigkeit mehrerer Körper angeben. Man muß also die Dichtigkeit eines bestimmten Körpers zur Einheit nehmen, und damit die Dichtigkeit anderer Körper vergleichen, die größer oder geringer ist, als die zur Einheit angenommene Dichtigkeit.

2. befeist mannen wie das Verhalten der Massen, welche von  
... in als dem Normalzustand haben; Eigengewicht  
... , wenn man es bei einem das Gewicht  
... in diesem Zustand. Demnach noch hat die  
... und Eigengewicht derselben, der Beobachtung nach  
... Punkte

§ 22. Da die Dichtigkeit der Körper bestimmt wird aus dem Verhältnisse des Rauminhaltes zu der Masse des Körpers (S. 21.), so fließen hieraus folgende Regeln zur Bestimmung der Dichtigkeiten der Körper:

1. Körper von gleichem Volumen verhalten sich in ihren Dichtigkeiten, wie ihre Massen.
2. Körper von gleichen Massen verhalten sich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt, wie ihre Volumina.
3. Die Dichtigkeiten der Körper überhaupt verhalten sich wie die Quotienten der Massen der Körper durch die Volumina.

Es sey demnach die Dichtigkeiten im geraden Verhältnisse der Rösen und im umgekehrten der Inbegriffe; die Volumen hab im geraden Verhältnisse der Massen und im umgekehrten der Dichtigkeiten; und die Massen im zusammengesetzten Verhältnisse der Dichtigkeiten und Volumen.

Es seien nun die Massen zweier Körper  $V$ ,  $v$ , ihre Massen  
 $l$ ,  $l'$ , und das Verhältniß ihrer Densitäten  $\mu$ ,  $\mu'$ , so ist nach  
 $l = \mu V$ ,  $l' = \mu' v$  und nach 1, wenn  $\mu = \mu'$ ,  $l = v$ .  
 Es seien wir nun noch einem dritten Körper, dessen Dichte  $\mu''$  der erst  
 $l'' = \mu'' V''$ , und dessen Volumen in dem des ersten  $= v$  sey, und dessen  
 Dichte sich zu der des dritten ersten verhalte, wie  $d : d'$  und  $d : d'$ ,  
 so ist

für den ersten und  
dritten nach 2),  $D:d = v:V$

für den dritten und  
vierten nach 1),  $d:d = M:m$

folglich für den er-  
sten und vierten,  $D:d = Mv:mV = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$ .

Es folgt also hieraus, daß  $v:v = \frac{M}{D} : \frac{m}{d}$ ; und es ist, daß  
 $M:m = DV:dv$  sic.

§. 53. Wenn aber nun diese Regeln ihre Anwendung in der Wirklichkeit finden sollen, so ist es nöthig, daß wir die Massen der Körper ermessen, oder die Quantitäten ihrer Materie angeben können. Da die Masse der Körper eine intensive Größe ist, so kann sie auch nur durch das Maas der Wirksamkeit ihrer ursprünglichen Grundkräfte ermessen werden; und dazu fehlt es uns an einem Maasstabe. Gewöhnlich behauptet man, daß das Gewicht dieser Maasstab sey, weil man dabei ohne Beweis annimmt, daß alle specifisch verschiedene Materie gravitire, und zwar bei gleicher Erfüllung ihres Raumesinhalts gleich stark gravitire. — Die atomistische Naturlehre gesetzt auch ein, daß es ihr unmöglich ist, durch Zählung der Atome eines Körpers seine Masse zu bestimmen.

In der Mechanik versteht man gewöhnlich nur Gewichte, wenn von Massen die Rede ist.

### Keine Bewegungslehre.

§. 54. Wir betrachten hier das Bewegliche, in so fern es als ein solches bewegende Kraft hat. Wir legen hierbei die Materie als bloß beweglich zum Grunde, ohne auf andere empirische Eigenschaften einer bestimmten Materie, die wir in der Wirklichkeit antreffen, Rücksicht zu nehmen, und lassen die bewegende Kraft nach willkürlichen Richtungen wirken. Wir abstrahiren also von den bewegenden Kräften der wirklichen Materien unserer Sinnenwelt, wodurch sie nach bestimmten Richtungen sollicitirt werden. Wir sind folchergehalt im Stande, die Gesetze der

in den einfachsten Fällen zu entwickeln, die uns  
bei den Phänomenen der mit bestimmten Kräfte  
in Materien zur Erklärung und Anwendung die

Jeder Körper in der Welt muß einen Raum  
in derselben einnehmen. Denkt man sich von ei-  
nem Körper den ganzen Weltraum in Gedanken  
der Theil dieses absoluten Raums (§. 34.), den  
er, der absolute Ort des Körpers (*Locus abso-  
lutus*) einnimmt, aber auch zugleich auf andere Körper,  
bestimmte Lage gegen ihn haben, so nennt man  
seinen Ort, oder seine Lage (*Locus relativus*).  
Da aber der absolute Raum selbst keine Realität,  
er subjectiv ist; da ferner keine Ortsbestimmung  
möglich ist: so können wir auch nur den relativen  
Ort angeben.

Die stetige Veränderung des Orts heißt *Be-  
wegung* (*Motus*). Diese, ohne Beziehung auf andere  
ist die Veränderung des absoluten Orts (§. 55.),  
die Bewegung (*Motus absolutus*); die Ver-  
änderung des relativen Orts, oder der Lage gegen andere  
heißt *relative Bewegung* (*Motus relativus*).

Behauptung des Orts ist *Ruhe* eines Kör-  
pers, die man auch zweifach, als absolute (*Quies  
absoluta*) und als relative Ruhe (*Quies relativa*) betrach-  
ten kann. Sie unterscheiden sich wie absolute und relative Be-  
wegung (§. 56.)

Da aber bei der absoluten Bewegung (§. 56.)  
mit der absoluten Ruhe (§. 57.) nur der absolute Ort  
in Betracht kommt, hierzu aber kein anderer  
bedeutet wird, als der, welcher den Ort erfüllt;  
da er in keinem Raume oder keine Stelle, folglich keine Orts-  
bestimmung oder keine Beherrschung in dem Orte bestimm-  
t ist: so kann auch sich lechredings keine absolute Be-  
wegung oder keine absolute Ruhe bestimmt werden. Wir



Nach der Voraussetzung der absoluten Undurchdringlichkeit nimmt man an, das die Materie als Materie sich ausbreitet und mit der letzteren Widerstand leistet dem Einbruche widersteht, und daß sie keiner Zusammendrückung fähig ist, als in so fern sie leere Räume enthält.

§ 39. Die Möglichkeit der Materie erfordert außer der Expansivkraft eine Anziehungskraft (*Vis attractiva*), die der Ausdehnungskraft entgegenwirkt, als die zweite wesentliche Grundkraft derselben. Die Expansivkraft, als wesentliche bewegende Kraft, kann nothwendig nicht durch sich selbst eingeschränkt, auch kann die damit begabte Materie nicht durch den Raum allein auf eine gewisse Gränze der Ausdehnung gesetzt werden. Also würde die Materie durch bloß repulsive Kräfte sich ins Unendliche zerstreuen, und der Grad einer in alle Räume sich verbreitenden Expansivkraft unendlich klein, d. i. gleich Null sein; es würde also nirgendwo ein endliches Quantum Materie vorhanden, oder jeder angegebene Raum würde vollkommen leer sein. Also erfordert die reale Möglichkeit der Materie noch eine ursprüngliche innere Anziehungskraft, wodurch die Verbreitung eines jeden bestimmten Quantum Materie auf einen bestimmten Raum begränzt wird.

§ 40. Durch bloße Anziehungskraft, ohne Expansivkraft, ist keine Materie möglich. Denn wenn eine Materie durch bloße Anziehungskraft existirte, so würde der Raum ihrer Verbreitung ins Unendliche verengert werden, oder ihre Theile würden in einem mathematischen Punkt zusammenfließen, und der Raum würde leer, folglich ohne Materie sein.

§ 41. Die Materie erfüllt ihren Raum nur dann mit Beharrlichkeit, wenn die Expansivkraft und die Anziehungskraft ihrer Theile sich einander das Gleichgewicht halten.

„Die dynamische Ansicht der Natur lehrt:

- 1) Was der Kraft zukommt, kann nur als Kraft (Gegenkraft) gedacht werden, wie u. d. die Natur ist; offenbar die Verhältnisse ihrer Elemente.



„Eben das lateinische Wort *inertia* war nicht glücklich gewählt; aber keine deutliche Uebersetzung durch *Trägheit* ist ohne Sinn. Es ist dem Uebrig das bessere Wort *Beharrlichkeit* oder *Beharrungsvermögen* (*perseverantia*) vorgezogen hat, sollte man jenes Wort in philosophischen Schriften gar nicht mehr brauchen.“

„Über den metaphysischen Baue des Verfassers den dem Vertrag der Anterischen Grundgesetze der Bewegung etwas zu sagen, würde zu Entzerrungen führen, welche nicht hierher gehören. Ich bemerke nur daher, was Folgendes zu bemerken. Wenn man den Begriff des Beharrungsvermögens, und dadurch das erste Newton'sche Axiom a priori behaupten will, so muß man es aus dem Begriffe der Materie ableiten; dieser ist aber ein empirischer (§ 29) und noch dazu sehr schwacher und unsicherer Begriff. Man kann also jenen Begriff aus diesem nur im so fern ableiten, in wie fern die allgemeine Erfahrung mit diesem Begriffe zugleich jenen giebt: d. h. das Beharrungsvermögen der Körper ist wohl nur durch Erfahrung, also a posteriori erlangbar. Man überläßt daher vielmehr nur so viel unbefangenen, der ordnen Plange des Vortrags der Anfänger die Lehre vom Beharrungsvermögen besser, deutlicher und gründlicher setzen wird: ob bei dem metaphysischen, oder bei dem ungeschulten empirischen. wo man ihn auf die erste beste wirkliche Bewegung (z. B. die eines Balls) aufmerksam macht, und ihm zeigt, wie sich in jener Bewegung, sobald man alle Umstände gehörig analysirt, das Fehlen eines Beharrungsvermögens deutlich ausdrückt. §.“

§. 62. Die Trägheit der Materie ist also auch kein Hinderniß ihrer Beweglichkeit; und die Materie kann das durch, daß sie träge ist, der bewegenden Kraft nicht Widerstand leisten, wenn sie aus Ruhe in Bewegung gesetzt werden soll. Der Satz, daß die Trägheit der Masse proportional sey, ist also ebenfalls ohne Sinn, und aus dem mißverstandenen Begriffe von Trägheit abgeleitet, nach welchem man sie mit dem Widerstande der wirklichen, durch eine stetige Kraft sollicitirten Materie verwechselt hat, wenn diese aus Ruhe in Bewegung nach einer andern Richtung, als die ihr schon bewohnende stetige Kraft hat, gesetzt werden soll.

Auf dem mißverstandenen Begriffe von Trägheit beruhen auch die Einwände, die der sel. Schöler im Supplementbuche seines physikalischen Wörterbuche gegen verschiedene meiner Sätze gemacht hat. Die in vorstehende Note überlief, daß hier von einer in Abstracto nur genommenen Materie die Rede sey, die bloß als bemeintlich, und ohne daß die in der Wirklichkeit damit verbundene Active Kraft der Schwere als auf sie wirkend gedacht wird. Eine schwere Kugel, die auf einer horizontalen Tafel ruhet, widersteht allerdings in horizontaler Richtung, aber nicht bezwungen, weil sie träge ist, sondern weil sie schwer ist. Die Tafel trägt zwar ihr Gewicht, hebt ja aber ihre Schwere

list, so lassen sich auch mit dem ohne Ende wachsenden Radius CI durch den Punkt C unendlich viele immer größer werdende Kreise ziehen, die der Linie AB immer näher kommen, ohne daß endlich an selber Bogen mit AB zusammenfallen kann, indem er sonst nicht dem fester Tangente, und die krumme Linie nicht von der geraden unterschieden wäre. Der zwischen A.B bestehende Raum wird so dergestalt ohne Ende getheilt werden können.

§. 43. Aber auch die Materie erfüllt ihren Raum als stetige Größe, und ist ins Unendliche theilbar, und zwar in Theile, deren jeder wiederum Materie ist. In einem mit Materie erfüllten Raume enthält nemlich jeder Theil derselben repulsive Kräfte, allen übrigen nach allen Seiten entgegen zu wirken; folglich ist auch jeder Theil eines durch Materie erfüllten Raumes für sich selbst beweglich, und also trennbar von den übrigen durch Theilung. So weit sich also die mathematische Theilung des Raumes, den die Materie erfüllt, erstreckt, so weit erstreckt sich auch die möglich physische Theilung der Substanz, die ihn erfüllt, das ist, ins Unendliche.

§. 44. In der Wirklichkeit findet die Theilung der Materie freilich ihre Grenzen; hier ist aber von der möglichen Theilung derselben die Rede, die keine Grenzen hat. Sonst kann die wirkliche Theilung doch bis zum Erstaunen weit getrieben werden; und die Kunst vermag Theilungen vorzunehmen, die nach den Begriffen milder Unterzeichneten unglaublich scheinen können.

Beispiele solcher bewundernswürdigen großer Theilungen der Materie geben:

1) Die Materie des Lichts. Durch ein kleines Loch in einem Fensterblatte, dicht vor das Auge gehalten, betrachtet man eine kleine Menge nicht ler Feuerkugeln. Die Sonne aber wird gesehen, daß ein jedem sichtbaren Punkte Lichtstrahl ins Auge kommen, deren Menge flücht das Loch ist, durch welches wir sehen, und deren Theil sich am sichtbaren Punkte findet. Diese Lichtstrahl müssen wir so betrachten, weil wir eine unzahlbare Menge sichtbarer Punkte wahrnehmen können; und die Lichtstrahl müssen den ihrem Durchgange nach auch nicht weiter einander verwehren und aufhalten.

2) Niedrige Auslässe. Eine Substanz Lavendelöl kann die sehr kleine Zimmer mit seinem Geruche ganz ausfüllen, wenn es leicht zur Erwärmung zur Vertheilung gebracht wird. Wenn dieses Zimmer 10 Fuß lang, 10 Fuß breit und 10 Fuß hoch wäre, und man annehmen würde, daß in jeder Cubikane Luft dieses Zimmers nur eine cubikane



res Mittel (*Medium vacuum, liberum*); sonst aber ein widerstandleistendes (*Medium resistens*).

§. 69. Jede Bewegung setzt nicht allein einen Raum voraus, worin sie geschieht (§. 65.), sondern auch eine Zeit. Wenn (Fig. 3.) die Punkte A und B aus einander liegen, und die Linie AB die Bahn eines Punktes vorstellt, so kann der Punkt, der sich von A nach B bewegt, nicht in A und B zugleich seyn. Der Augenblick, da er in A ist, ist verschieden von dem, da er in B ist. Dieß findet Statt, so klein auch die Entfernung des Punktes A von B ist. Die Dauer zwischen dem Uebergange des bewegten Punktes bey seiner steten Ortsveränderung aus einer Stelle seiner Bahn in die andere, ist die Zeit. Auch die kleinste Bewegung erfordert Zeit.

§. 70. Die gleichen Räume nun, die bey einer gleichförmigen Bewegung eines Körpers beschrieben werden, dienen, die Dauer irgend einer andern Bewegung, oder die Zeit zu messen.

So bedienen wir uns im gemeinen Leben der Bewegung der Sonne, sowohl ihrer jährlichen, als ihrer täglichen, oder vielmehr der Bewegung der Erde um die Sonne und um ihre Achse, zum Maße der Zeit. Ein Jahr ist die Zeit, worin die Erde ihren Umlaufkreis um die Sonne beendete; ein Tag ist die Zeit, worin die Erdkugel eine ganze Umdrehung um ihre Achse vollendet. — Eine Stunde ist die Zeit, worin der Zeitstrahl sechs Sekunden Minuten über den ganzen Raum eines Jahres durchläuft; eine Minute ist die Zeit, worin eben dieser Zeitstrahl den Theil des Kreises beschreibt, u. s. w.

Der den Astronomen heist wahre Sonnenzeit (*Tempus solare verum*), die, welche vom wahren jährlichen Laufe der Sonne angenommen wird, der nicht gleichförmig ist. mittlere Sonnenzeit (*Tempus sol. medium, aequale*) die, bey welcher eine mittlere oder durchschnittliche Bewegung angenommen wird, die ihre Bewegung im Kreise gleichförmig vorstelt, und zwar in eben der Zeit, in der die wahre Sonne ihren um gleichförmigen Weg zurücksetzt. — Der Sternzeit, *Tempus primum*, ist, der durch die immer gleichförmige Umdrehung der Erde um ihre Achse angenommen wird, gesetzt und ein beständiges, immer gleichförmiges Zeitmaß.

§. 71. Die Vergleichung des Raumes und der Zeit bey der Bewegung eines Körpers giebt den Begriff von der Geschwindigkeit (*Celeritas, Velocitas*) desselben. Er ist ein relativer Begriff; und Geschwindigkeit löst sich nur

den, wenn man eine gewisse Zeit oder eben genau  
 die, um die Bewegung eines Körpers gleichförmig  
 zu sein, zur Einheit annimmt, und damit eine andre  
 Zeit vergleicht. Sie ist also der Raum, welchen ein  
 Körper zur Einheit angenommenen Zeit durchläuft,  
 oder die Zeit, welche ein Körper braucht, um einen zur  
 Einheit angenommenen Raum zu durchlaufen.

§ 72. Wenn ein Körper in gleichen Zeiten gleiche  
 Räume durchläuft, oder wenn seine Geschwindigkeit gleich  
 ist, so nennt man seine Bewegung eine gleichförmige Be-  
 wegung (*Motus aequalis, uniformis*). Ist aber  
 die Ungleichheit des Körpers während der Bewegung  
 nicht ganz gleich, oder durchläuft er in gleicher Zeit eine  
 verschiedene Menge, so heißt die Bewegung eine veränderliche  
 oder ungleichförmige (*Motus variatus, inaequalis*).  
 Man nennt die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume  
 entweder ab, oder sie nehmen zu. Im ersten Falle heißt  
 die veränderliche Bewegung eine verminderte (*Motus retar-  
 datus*); im letztern eine beschleunigte (*Motus acceleratus*).  
 Sie können so sehr, daß die Geschwindigkeit in jedem  
 bestimmten Zeiteheile gleich stark oder ungleich stark wird.  
 Man nennt, und daß also eine gleichförmig beschleunigte  
 oder *Motus uniformiter acceleratus* (oder vielmehr gleich-  
 beschleunigte) oder gleichförmig verminderte (*Motus  
 uniformiter retardatus*), oder daß eine ungleichförmig  
 beschleunigte (*Motus inaequaliter acceleratus*) oder un-  
 gleichförmig verminderte (*Motus inaequaliter retar-  
 datus*) Statt findet.

Über Erklärung des Begriffs der Geschwindigkeit (mit beson-  
 derer Rücksicht auf Erklärung der absoluten Größt- und anderer Ein-  
 leitung der Geschwindigkeitsgrößen) vergl. man von Künze's Metaphy-  
 sisch der Naturforsch. u. Math. zern. 1804. S. 67 und 68. v. 1. 62.  
 Nr. 11

§ 73. Aus der Vergleichung des Raums und der  
 Zeit der gleichförmigen Bewegung der Körper fließen  
 folgende Sätze:

Es versteht sich, daß hier von der reinigen Tugendheit der Körper, die von ihrer Erhaltung und ihrem Fortschritte abhängt, auch wenn sie nicht sündlich und böse sein werden kann, gar nicht die Rede ist.

§. 49 Die Menge der materiellen Theile, die in einem bestimmten Raume eines Körpers enthalten sind, nennt man die Masse desselben, und die Größe dieses Raums den Inbegriff oder den Rauminhalt (Volumen) des Körpers. Er ist dichter, wenn er mehr Masse bei gleichem Rauminhalt hat, als ein anderer.

[illegible]

§. 50. Nach dem atomistischen System hat ein Körper dann mehr Masse als ein anderer, wenn er bei gleichem Rauminhalt mehr Atome und weniger leere Zwischenräume enthält, als ein anderer; nach dem dynamischen System ist die Masse eines bestimmten Volums desto größer, je größer der Grad der Erfüllung dieses Raumes (§ 48.) ist.

451.

§. 51. Die Dichtigkeit der Materie ist demnach ein Verhältnisbegriff, und es läßt sich dieselbe nicht an sich bey einem Körper, sondern es lassen sich nur die Verhältnisse der Dichtigkeit mehrerer Körper angeben. Man muß also die Dichtigkeit eines bestimmten Körpers zur Einheit nehmen und dann die Dichtigkeit anderer Körper vergleichen, ob sie größer oder geringer ist, als die zur Einheit angenommene Dichtigkeit.

Ich nenne nunmehr nur das Verhältniß der Massen, welche derselbe Körper in gleichem Raumsinne haben:  $\frac{M}{V}$  (geringste) (oder  $\frac{V}{M}$  (größte), Erweiterte) heißt hingegen das Verhältniß des Körpers in diesem Sinne. Dem Inhalte nach sind also Dichtigkeit und Erweiterte verwechseln, der Beobachtung nach ist es dagegen blos die.

§. 52. Da die Dichtigkeit der Körper bestimmt wird durch das Verhältniß des Raumesinhalts zu der Masse des Körpers (§. 44.), so fließen hieraus folgende Regeln zur Bestimmung der Dichtigkeiten der Körper:

- 1) Körper von gleichem Volumen verhalten sich in ihren Dichtigkeiten, wie ihre Massen.
- 2) Körper von gleichen Massen verhalten sich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt, wie ihre Volumina.
- 3) Die Dichtigkeiten der Körper überhaupt verhalten sich wie die Quotienten der Massen der Körper durch die Volumina.

Es sind demnach die Dichtigkeiten im geraden Verhältnisse der Massen und im umgekehrten der Inbegriffe; die Volumina sind im geraden Verhältnisse der Massen und im umgekehrten der Dichtigkeiten; und die Massen im zusammengesetzten Verhältnisse der Dichtigkeiten und Volumina.

Es seien nemlich die Volumina zweier Körper  $V, v$ , ihre Massen  $M, m$ , und das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten sey  $D, d$ : so ist nach §. 44.  $\frac{M}{V} = D$ ,  $\frac{m}{v} = d$ ; und nach §. 45.  $\frac{M}{m} = \frac{D}{d}$ , wenn  $M = 1$ ,  $D = \frac{1}{V}$ . Nennen wir nun noch einen dritten Körper, dessen Dichte der des ersten  $D = \frac{1}{V}$ , und dessen Volumen denselbe des zweiten  $v = \frac{1}{d}$  sey, und dessen Dichte sich zu dem der beiden ersten verhalte, wie  $d$  zu  $D$ ; so ist:



für den ersten und  
dritten noch 3),  $D:d = v:V$

für den dritten und  
zweiten noch 1),  $d:d = M:m$

folglich für den er-  
sten und zweiten,  $D:d = Mv:mV = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$

Es folgt also hieraus, daß  $V:v = \frac{M}{d} : \frac{m}{d}$ ; und endlich, daß  
 $M:m = DV:dv$  sey.

§ 53. Wenn aber nun diese Regeln ihre Anwendung in der Wirklichkeit finden sollen, so ist es noch 9, daß wir die Massen der Körper ermessen, oder die Quantitäten ihrer Materie angeben können. Da die Masse der Körper eine intensive Größe ist, so kann sie auch nur durch das Maas der Wirksamkeit ihrer ursprünglichen Grundkräfte ermessen werden; und dazu fehlt es uns an einem Maasstab. Gewöhnlich behauptet man, daß das Gewicht dieser Maasstab sey, weil man dabei ohne Beweis annimmt, daß alle specifisch verschiedene Materie gravire, und zwar bey gleicher Erfüllung ihres Raumesinhalts gleich stark gravire. — Die atomistische Naturlehre gesteht auch ein, daß es ihr unmöglich ist, durch Zählung der Atome eines Körpers seine Masse zu bestimmen.

In der Mechanik versteht man gewöhnlich nur Gewicht, wenn von Massen die Rede ist.

### Keine Bewegungslehre.

§ 54. Wir betrachten hier das Bewegliche, in so fern es als ein solches bewegende Kraft hat. Wir legen hierbey die Materie als bloß beweglich zum Grunde, ohne auf andere empfindliche Eigenschaften einer bestimmten Materie, die wir in der Wirklichkeit antreffen, Rücksicht zu nehmen, und lassen die bewegende Kraft nach willkürlichen Richtungen wirken. Wir abstrahiren also von den bewegenden Kräften der wirklichen Materien unserer Sinnenwelt, wodurch sie nach bestimmten Richtungen sollicitirt werden. Wie sind solchergehalt im Stande, die Gesetze der



gung in den einfachsten Fällen zu entwickeln, die uns  
 Folge bei den Phänomenen der mit bestimmten Kräf-  
 tigen Materien zur Erklärung und Anwendung die-  
 nen.

§ 55. Jeder Körper in der Welt muß einen Raum  
 in derselben einnehmen. Denkt man sich von ei-  
 nem Körper den ganzen Weltraum in Gedanken  
 so ist der Theil dieses absoluten Raums (§ 34), den  
 einnimmt, der absolute Ort des Körpers (*Locus abso-*  
*lutus*). sieht man aber dabei zugleich auf andere Körper,  
 die eine bestimmte Lage gegen ihn haben, so nennt man  
 den relativen Ort, oder seine Lage (*Locus relati-*  
*vus*).

Da aber der absolute Raum selbst keine Realität  
 hat, nur subjektiv ist; da ferner keine Ortsbestimmung  
 absolut ist: so können wir auch nur den relativen  
 Ort eines Körpers angeben.

§ 56. Die stetige Veränderung des Orts heißt Be-  
 wegung (*Motus*). Diese, ohne Beziehung auf andere  
 Körper, oder die Veränderung des absoluten Orts (§ 55.),  
 heißt absolute Bewegung (*Motus absolutus*), die Ver-  
 änderung des relativen Orts, oder der Lage gegen andere  
 Körper, heißt relative Bewegung (*Motus relativus*).

§ 57. Verbeibaltung des Orts ist Ruhe eines Kör-  
 pers (*Quies*), die man auch zweifach, als absolute (*Quies*  
*absoluta*) und als relative Ruhe (*Quies relati-*  
*va*) betrach-  
 ten kann. Beide unterscheiden sich wie absolute und relative Be-  
 wegung (§. 56.)

§ 58. Da aber bei der absoluten Bewegung (§. 56.)  
 nur der absolute Ort (§. 57.) in Betracht kommt, hierzu aber kein anderes  
 erfordert wird, als der, welcher den Ort erfüllt;  
 da ferner der absolute Raum aber keine Stelle, folglich keine Orts-  
 bestimmung oder keine Beharrung in dem Orte bestimmte  
 sein kann: so kann auch schlechterdings keine absolute Be-  
 wegung und keine absolute Ruhe bestimmt werden. Wir

können daher auch nur die relative Bewegung und Ruhe der Körper in der Natur bemerken.

§. 59. Die relative Bewegung eines Körpers ist in Rücksicht auf die Veränderung der Lage anderer Körper, entweder eine eigene (*Motus proprius*), oder eine gemeinschaftliche (*Motus communis*). Bei jener verändert ein einziger Körper gegen alle übrigen seine Lage; bei dieser bewegen sich ein oder mehrere andere Körper zugleich mit, deren ändern aber ihre Lage gegen jenen nicht, oder die bewegten Körper bleiben in relativer Ruhe (§. 57.) gegen einander. Man muß hierbei nicht absolute und gemeinschaftliche Bewegung mit einander verwechseln.

§. 60. Da wir die Bewegung überhaupt nur aus der unveränderten Lage der Körper gegen einander beurtheilen, mehrere Körper aber gegen einander in ihrer Lage beharren, oder in relativer Ruhe seyn, und doch eine gemeinschaftliche Bewegung haben können: so sieht man leicht ein, daß man die Bewegung nicht wahrnehmen kann, wenn wir bloß auf die Lage derjenigen Körper gegen einander Rücksicht nehmen, die eine gemeinschaftliche Bewegung haben. Aber bei Wahrnehmungen der veränderten Lagen der Körper gegen einander muß auch bestimmt werden, welcher Körper in Ruhe geblieben und welcher wirklich bewegt worden ist. Das erhelet nicht immer so geradezu, und es können daher ebenfalls wieder leicht Täuschungen entstehen.

Von der wirklichen (*Motus realis*) und scheinbaren Bewegung (*Motus apparentis*).

§. 61. Die Materie, die als solche keine innern Bestimmungen und Bewegungsgründe hat, sondern die bloß als beweglich, ohne alles Vermögen, sich selbst zu bestimmen, gedacht wird, wie wir hier thun, heißt träge (*inertis*). Die Trägheit (*Inertia*) der Materie bedeutet also nichts anderes, als das Unvermögen derselben, ihren Zustand von selbst zu ändern. Sie ist also etwas Negatives; und der Ausdruck Trägheitskraft (*Vis inertiae*) ist daher ganz ohne Sinn.

„Eben das lateinische Wort *inertia* war nicht glücklich gewählt; aber keine deutsche Uebersetzung durch Trägheit ist ohne Faux. Es ist dem Rißel das bessere Wort Beharrungslosigkeit oder Beharrungsvermögen (*perseverantia*) vorgezogen hat, sollte man jenes Wort in philosophischen Schriften gar nicht mehr brauchen.“

„Über den metaphysischen Basis des Verfassers den dem Vortrag der Kantischen Grundgesetze d. r. Bewegung etwas zu sagen, würde zu Entzerrungen führen, welche nicht hierher gehören. Ich beschränke mich daher, nur Folgendes zu bemerken. Wenn man den Begriff des Beharrungsvermögens, und dadurch das erste Newton'sche Axiom *a priori* beherrschen will, so muß man es aus dem Begriffe der Materie ableiten; dieser ist aber ein empirischer (§ 59) und noch dazu sehr schwieriger und unsicherer Begriff. Man kann also jenen Begriff auf keinen nur in so fern ableiten, in wie fern die allgemeine Erlebe- rung mit diesem Begriffe zugleich jenen giebt: d. h. das Beharrungsvermögen der Körper ist nicht nur durch Erfahrung, also *a posteriori* erkennbar. Man überläßt daher wenigstens nur so viel unbefangenen, im rechten Range des Vortrags der Anfänger der Lehre vom Beharrungsvermögen besser, deutlicher und gründlicher lesbar wird; es lag dem metaphysischen, oder bey dem ungeschulten empiris- tischen. wo man ihn auf die erste beste wirkliche Bewegung (z. B. den Fall eines Balls) aufmerksam macht, und ihm zeigt, wie sich in jeder Bewegung, sobald man alle Umstände richtig analysirt, das Fehlen eines Beharrungsvermögens deutlich ausdrückt. §.“

§. 62. Die Trägheit der Materie ist also auch kein Hinderniß ihrer Beweglichkeit; und die Materie kann das durch, daß sie träge ist, der bewegenden Kraft nicht Widerstand leisten, wenn sie aus Ruhe in Bewegung gesetzt werden soll. Der Satz, daß die Trägheit der Masse *proportional* sey, ist also ebenfalls ohne Sinn, und aus dem unverständlichen Begriffe von Trägheit abgeleitet, nach welchem man sie mit dem Widerstande der wirklichen, durch eine stetige Kraft sollicitirten Materie verwechselt hat, wenn diese aus Ruhe in Bewegung nach einer andern Rich- tung, als die ihr schon bewohnende stetige Kraft hat, ge- setzt werden soll.

Selb dem unverständlichen Begriffe von Trägheit beruhen auch die Einwurfe, die der selb. Ordler im Supplementbuche seines physika- lischen Vortrags gegen verschiedene meiner Sätze gemacht hat. Die- se vorzüglichste Mängel überließ, daß hier von einer in Abstracto auf- genommenen Materie die Rede sey, die bloß als demalich, und ohne daß sie in der Wirklichkeit damit verbundene Active Kraft der Schwere als auf sie wirkend gedacht wird. Eine schwere Kugel, die auf einer horizontalen Tafel ruhet, widersteht allerdings in horizontaler Rich- tung, aber nicht bewegen, weil sie träge ist, sondern weil sie schwer ist. Die Tafel trägt zwar ihr Gewicht, hebt ja aber ihre Schwere

ard den Druck nicht an, den sie durch ihre Schwere verursacht. Sie widersteht, wenn wir hierbei auch von aller Friction, vom Widerstand der Luft u. dergl. abstrahiren, vermöge der Kraft der Schwere, weil sie von der verticalen Richtung, in welcher die Schwere sie erdrückt, und in welcher sie auch ihren Druck ausübt, ablenkt werden soll. Man denke sich doch nur, daß die Bewegung der schweren Kugel auf der horizontalen Tafel eine wirkliche Centraibewegung ist. Der Widerstand der schweren Kugel in jeder andern Richtung, als die Richtung der Schwere ist, hebt die andere hemmende Kraft proportionell auf, so wie hierdurch durch die die Schwere verhältnißmäßig aufzuheben wird. Kurz, es ist hier nur eine Kraft thätig, die einander entgegenwirken, und (auch wenn in der That nicht leibhaftig das) es würde die schwere Kugel von ihrer Bewegung auf der horizontalen Tafel nicht ganz nicht mehr zu dem, wenn sie darauf mit einer Geschwindigkeit bewegt würde, die der Erde gleich groß wäre. Jedes Fall durch den halben Halbmesser der Erde gleich wäre, weil es klar, wie in der Folge gezeigt werden wird, ihre Geschwindigkeit der Schwere unter dem Hemmer gleich wäre. — Den Widerstand, welchen die in einem Körper in der Welt vermöge einer wirklichen äußeren Kraft, die sie beherrscht, so vor, kann man also nicht als einen Vortheil, um den man zu rücken kann, daß die Trägheit der Materie, im Gegensatz zum Empir, keinen Widerstand leistet, im Zustande der Ruhe bewirkt. Es verlohnt sich, bei dem Satz der Trägheit (Lex inertiae) durch den Satz der Gegenwirkung (Lex reactionis) umkehren wollen.

§ 63. Die Materie, als bloßer Gegenstand äußerer Sinne, hat keine andern Bestimmungen, als die der äußeren Verhältnisse im Raume, und erleidet also auch keine Veränderungen, als die ihr räumliches Verhältniß betreffen. In Ansehung dieser, als Wechsels der Ruhe mit der Bewegung, oder der Bewegung mit Ruhe, oder der einen Bewegung mit einer andern, muß eine Ursache Statt finden. Diese Ursache aber kann nicht innerlich seyn, denn die Materie hat keine schlechthin inneren Bestimmungen. Folglich ist alle Veränderung einer Materie auf äußere Ursache gegründet.

§ 64. Hieraus folgt also das Gesetz der Trägheit: Ein jeder Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder Bewegung, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, wenn er nicht durch eine andere Ursache genöthigt wird, diesen Zustand zu verlassen.

„Dies ist Newtons erstes Grundgesetz der Mechanik.“

§.

§. 65. Jeder Körper, welcher sich bewegt, muß notwendig an einander gränzende Theile des Raumes durchdringen, da er nicht zugleich in allen Theilen des Raumes auf einmal seyn kann. Die Länge dieses Raums, worin sich der Körper bewegt, heißt seine Bahn, oder sein Weg.

§. 66. Wenn sich bey einem Körper alle Theile durchsich auf einerley Weise bewegen, so braucht man auch nur die Bewegung eines einzigen Punktes zu betrachten; und die Bewegung eines Körpers läßt sich also auch als Bewegung eines einzigen Punktes, folglich die Bahn des bewegten Körpers (§. 65.) als eine Linie ansehen. Die gerade Linie nach der Gegend, nach welcher ein bewegter Punkt entweder seinen ganzen Lauf hindurch, oder nur an einer einzelnen Stelle desselben fortreißt, heißt die Richtung (Directio) seiner Bewegung.

§. 67. Da ein bloß träger beweglicher Körper, eben weil er träge ist, seinen Zustand nicht von selbst ändern kann, so muß auch bey seiner Bewegung die Bahn, in der er vermöge seiner Trägheit beharrt, immer geradlinig seyn, und seine Richtung muß unverändert seyn. Die Aenderung der Richtung ist Aenderung des Zustandes der Bewegung, wenn der Körper nicht von selbst kommen kann, und so oft sie erfolgt, muß eine Ursach wirksam seyn, die sie herbeiführt. Ändert sich nun durch irgend eine Kraft die Richtung des bewegten Körpers alle Augenblicke und an jeder Stelle des Weges, so ist die Bewegung krummlinig (Motus curvilineus), und die Richtung wird an jeder Stelle der krummlinigen Bahn durch die Tangente der krummen Linie an dieser Stelle bestimmt.

§. 68. Der Raum, durch welchen sich die Körper bewegen; heißt auch das Mittel, das Mittelding (Medium). Hier nehmen wir ein solches an, das der Bewegung kein Hinderniß entgegensetzt und keinen Widerstand zu leisten vermag. Es heißt alsdann ein freyes oder leeres

res Mittel (*Medium vacuum, liberum*); sonst aber ein widerstandleistendes (*Medium resistens*).

§. 69. Jede Bewegung setzt nicht allein einen Raum voraus, worin sie geschieht (§. 65.), sondern auch eine Zeit. Wenn (Sigg. 3.) die Punkte A und B aus einander liegen, und die Linie AB die Bahn eines Punktes vorstelle, so kann der Punkt, der sich von A nach B bewegt, nicht in A und B zugleich seyn. Der Augenblick, da er in A ist, ist verschieden von dem, da er in B ist. Dieß findet Statt, so klein auch die Entfernung des Punktes A von B ist. Die Dauer zwischen dem Uebergange des bewegten Punktes bey seiner steten Ortsveränderung aus einer Stelle seiner Bahn in die andere, ist die Zeit. Auch die kleinste Bewegung erfordert Zeit.

§. 70. Die gleichen Räume nun, die bey einer gleichförmigen Bewegung eines Körpers beschrieben werden, dienen, die Dauer irgend einer andern Bewegung, oder die Zeit zu messen.

So bedienen wir uns im gemeinen Leben der Bewegung der Sonne, um die Zeit zu messen, und ihrer Lage zum Äquator der Erde um die Länge der Orte zu messen. Ein Jahr ist die Zeit, worin die Erde ihren Umlauf um die Sonne beendigt; ein Tag ist die Zeit, worin die Erdrotation eine ganze Umdrehung um ihre Achse vollendet. — Eine Stunde ist die Zeit, worin der Ziffer einer richtig gehenden Uhr umläuft den ganzen Raum eines Kreises durchläuft; eine Minute ist die Zeit, worin eben dieser den 60. Theil des Kreises beschreibt, u. s. w.

Was den Astronomen heißt wahre Sonnenzeit (*Tempus solare verum*) die, welche vom natürlichen jährlichen Laufe der Sonne gemessen wird, der nicht gleichförmig ist, weilere Sonnenzeit (*Tempus solar. medium, æquale*) die, bey welcher die wahre oder die mittlere Sonne annehmbar so ist, als ihre Bewegung zu Kreise gleichförmig vohleht, und zwar in eben der Zeit, in der die wahre Sonne ihren ungleichförmigen Weg zurücklegt. — Der Sternzeit (*Tempus sidærum*) die, die durch die immer gleichförmige Umdrehung der Erde um ihre Achse gemessen wird, betrachtet uns ein beständiges, immer gleichförmiges Zeitmaß.

§. 71. Die Vergleichung des Raumes und der Zeit bey der Bewegung eines Körpers giebt den Begriff von der Geschwindigkeit (*Celeritas, Velocitas*) desselben. Er ist ein relativer Begriff; und Geschwindigkeit läßt sich nur

angeben, wenn man eine gewisse Zeit oder einen gewissen Raum, worin die Bewegung eines Körpers gleichförmig geschieht, zur Einheit annimmt, und damit eine andre Bewegung vergleicht. Sie ist also der Raum, welchen ein Körper in einer zur Einheit angenommenen Zeit durchläuft, oder die Zeit, welche ein Körper braucht, um einen zur Einheit angenommenen Raum zu durchlaufen.

§ 72. Wenn ein Körper in gleichen Zeiten gleiche Räume durchläuft, oder wenn seine Geschwindigkeit gleich bleibt, so nennt man seine Bewegung eine gleichförmige Bewegung (*Motus aequalis, uniformis*). Ist aber die Gleichmässigkeit des Körpers während der Bewegung nicht immer gleich, oder durchläuft er in gleicher Zeit ungleiche Räume, so heisst die Bewegung eine veränderliche ungleichförmige (*Motus variatus, inaequalis*). Hier nehmen die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume entweder ab, oder sie nehmen zu. Im erstern Falle heisst die veränderte Bewegung eine verminderte (*Motus retardatus*), im letztern eine beschleunigte (*Motus acceleratus*). Diese können so seyn, daß die Geschwindigkeit in jedem gleich grossen Zeittheile gleich stark oder ungleich stark wächst oder abnimmt, und daß also eine gleichförmig beschleunigte (*Motus uniformiter acceleratus*, oder vielmehr gleich beschleunigte) oder gleichförmig verminderte (*Motus uniformiter retardatus*), oder daß eine ungleichförmig beschleunigte (*Motus inaequaliter acceleratus*) oder ungleichförmig verminderte (*Motus inaequaliter retardatus*) Statt findet.

„Über die Mässen des Begriffs der Geschwindigkeit (mit besondrer Rücksicht auf die Messung der absoluten Kraft) in der Natur und die Beschleunigungsarten) vgl. man von Bode's Verzeichniss der Naturwissenschaften 1804. S. 67 und Cap. 6. §. 62. Nr. 1“

§ 73. Aus der Vergleichung des Raums und der Zeit bei der gleichförmigen Bewegung der Körper fließen hier folgende Sätze:



- 1) Die Geschwindigkeiten zweyer bewegten Körper verhalten sich wie die durchlaufenen Räume, wenn die Zeiten gleich sind.
- 2) Die Geschwindigkeiten zweyer bewegten Körper verhalten sich verkehrt wie die Zeiten, wenn die zurückgelegten Räume gleich sind.
- 3) Die Geschwindigkeiten zweyer Körper überhaupt verhalten sich wie die Producte der Räume in die verkehrt gesetzten Zeiten, oder wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten.

Es folgt hieraus weiter, daß die zurückgelegten Räume zweyer bewegten Körper im zusammengesetzten geraden Verhältnisse der Zeiten und Geschwindigkeiten sind; und daß endlich die Zeiten in einem Verhältnisse sind, das aus dem geraden der Räume und dem umgekehrten der Geschwindigkeiten besteht.

Wenn wir zweyer gleichförmig bewegten Körper Geschwindigkeiten  $C, c$ , ihre zurückgelegten Räume  $S, s$ , und die dazu verwandten Zeiten  $T, t$ , annehmen: so ist

$$\text{nach 1., wenn } T = t, C : c = S : s,$$

$$\text{nach 2., wenn } S = s, C : c = t : T.$$

Nehmen wir nun noch einen dritten Körper an, dessen Geschwindigkeit  $k$  heiße, und dessen der seiner Bewegung zurückgelegter Raum dem des ersten Körpers  $= S$ , und die dazu verwandte Zeit der des ersten  $= t$  sey: so ist

für den ersten und dritten

$$(\text{weil } S = S),$$

$$C : k = t : T,$$

und für den dritten und

$$\text{zweiten (weil } t = t),$$

$$K : c = S : s,$$

folglich für den ersten und

zweiten

$$C : c = S : s \quad T = \frac{S}{c} : \frac{s}{C}$$

Es folgt hieraus weiter, daß  $S : s = CT : ct$  sey; ferner, daß

$$T : t = \frac{S}{c} : \frac{s}{C} \text{ sey.}$$

§. 74. Jede veränderte Bewegung (§. 72.) setzt nach dem Gesetze der Trägheit eine Ursache der veränderten Geschwindigkeit voraus, die im Augenblicke der Veränderung wirksam ist. Da nun jede veränderte Bewegung für jeden untheilbaren Augenblick, oder jeden unendlich kleinen Zeit-



heit, als eine gleichförmige angesehen werden kann, so können auch für diesen Augenblick Räume, Zeiten und Geschwindigkeiten durch die Gesetze der gleichförmigen Bewegung ausgedrückt werden. Oder man kann sich jede ungleichförmige Bewegung so vorstellen, als wenn sie in unendlich kleinen Zeiten gleichförmig wäre, und in jedem unendlich kleinen Zeithetle ein unendlich kleiner Theil des Raumes mit der unveränderlichen Geschwindigkeit zurückgelegt würde, welche der bewegte Punkt im Anfange dieses Zeithetlchens hatte. Wenn nun eine unverändert die und stetige Kraft auf den Körper wirkt, und während seiner ganzen Bewegung zu wirken fortfährt, so muß er in eine gleichförmig beschleunigte Bewegung kommen (§ 72.) Die Geschwindigkeit, mit der er schon bei seiner Trägheit nach dem ersten Impuls der Kraft fortgehen würde, muß durch die ununterbrochen fortdauernde Einwirkung der Kraft stetig zunehmen und wachsen, und die Zunahme dieser Geschwindigkeiten muß also in gleichen Zeiten gleich seyn. Nur wächst zwar nun in jedem noch so kleinen Zeithetlchen die Geschwindigkeit nach dem Gesetze der Steiligkeit, und die Geschwindigkeit ist in jedem folgenden Zeitpunkt schon größer, als im vorhergehenden, man kann aber annehmen, daß die Geschwindigkeit durch das ganze Zeithetlchen so gleich bleibe, als sie im Anfang desselben war, und daß erst nach Endigung des Zeithetlchens der Zusatz der Geschwindigkeit wirklich hinzukäme, der eigentlich während des Zeithetlchens allmählig hinzukam. Diese am Ende des Zeithetlchens vom Anfang desselben an erlangte Geschwindigkeit kann man die Endgeschwindigkeit (*Velocitas finalis*) nennen.

§. 73. Die Endgeschwindigkeiten (§ 74.) müssen sich bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung, wie die unendlich kleinen Zeithetle, oder, wie die Zeit vom Anfange der Bewegung an, verhalten, weil der bewegte Körper in einem jeden unendlich kleinen Zeithetle einen neuen Eintrag erhält, der sich mit dem bereits empfungenen vereinigt.

„Wenn wir zwei Endgeschwindigkeiten  $v$  und  $V$  setzen, und  $t$  die Zeiten, in welchen sie erlangt werden,  $e$  und  $T$ : so ist, weil  $v$  wie  $t$  wächst,  $v : V = t : T$ “

§ 76. „Wenn man daher die Zeit einer solchen Bewegung in gleiche Theile theilt, so wächst die Zeit wie die natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, u. f. w., und eben so wachsen die Endgeschwindigkeiten.“

§ 77. Wenn der Körper mit der Geschwindigkeit, die er bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung in einem endlichen und bestimmten Zeittheile erlangt hat, hernach gleichförmig fortginge, so würde diese Geschwindigkeit ihn in dem zweiten, dem ersten gleichen Zeittheile durch einen doppelt so großen Raum führen, als die in einem und demselben Zeittheile erhaltene zunehmende Geschwindigkeit. Der Raum wird sich also bei dieser gleichförmig beschleunigten Bewegung verhalten, wie die Zeit mit der Hälfte der Endgeschwindigkeit multiplicirt; und der gleichförmig beschleunigte Körper wird in einer gegebenen Zeit nur halb so weit gehen, als ihn in eben der Zeit seine dort erlangte Endgeschwindigkeit geführt haben würde.

Man theile die endliche Zeit  $t$  einer solchen Bewegung in eine unendliche Anzahl von Theilchen. Da nun die Geschwindigkeiten in diesen Theilchen wie die natürlichen Zahlen wachsen (§ 74. u. 75.) während jedes Augenblicks aber die Bewegung als gleichförmig betrachtet werden kann (§ 74.), so wachsen auch die Wege der einzelnen Augenblicke wie die natürlichen Zahlen. Ist also der unendliche kleine Weg des ersten Augenblicks  $o$ , so ist der Weg des zweiten Augenblicks  $o$ , der des dritten  $2o$ , der des vierten  $3o$ , u. f. f., also der des letzten (sten)  $so$ , also der Weg der  $n$ ten Zeit  $1, o + 2o + 3o + 4o + \dots + so$ . Dies ist eine arithmetische Reihe, deren Summe  $= \frac{1}{2}(1 + s)s = \frac{1}{2}s(s + 1)$ . Da aber  $s$  unendlich groß ist, so verschwindet  $1$  gegen  $s$ , und wir haben den einfachen Weg  $= \frac{1}{2}so$ . Wäre aber der Körper vom Anfang an  $t$  der Endgeschwindigkeit, die er nach Ablauf der Zeit  $t$  erlangt, gleichförmig gegangen, so hätte er in jedem Augenblicke den Weg  $so$ , folglich in  $s$  Augenblicken den Weg  $so$  gemacht, welches gerade auch einmal so viel als das vorige ist.

Da nun bei einer gleichförmigen Bewegung der Weg gefunden wird, wenn man die Geschwindigkeit mit der ganzen Zeit multiplicirt, so wird er bei einer gleichförmig beschleunigten Bewegung gefunden, wenn man die Endgeschwindigkeit mit der halben Zeit multiplicirt.

Sind also  $t$  und  $T$  zwei Zeiten, beide ansehnend vom Anfang der Bewegung,  $s$  und  $S$  die in denselben zurückgelegten Wege,  $v$  und  $V$  die dann erlangten Geschwindigkeiten: so hat man  $s = \frac{1}{2} vt$ , und  $S = \frac{1}{2} VT$ : also  $s : S = \frac{1}{2} vt : \frac{1}{2} VT = vt : VT$ .  $\square$

Dieses sucht man auch durch Hülfe eines rechtwinkligen Triangs als ausdruclt zu machen. Es seyt (Fig. 4.) in dem rechtwinkligen Triang.  $ABC$  die Zeit, und  $BC$  die in dieser Zeit erlangte Endgeschwindigkeit. Der Höhe  $BA$  sey in Ebenen  $AB_1, AB_2, AB_3, \dots$  Die  $B_1, B_2, B_3, \dots$  sind einander gleich anordnen,  $AB_1, AB_2, AB_3, \dots$  u. s. f. Da  $B_1, B_2, B_3, \dots$  die endliche und bestimmte Zeit ausdrückt, so wird jeder in dieser Zeit  $AB$  gemessene Theil die unendlich kleinen Augenblicke vorstellen. Nun sey nun aus dem Endpunkten  $B, B_1, B_2, B_3, \dots$  u. s. f. die Ordinate die in jedem unendlich kleinen Augenblicke erhaltene Geschwindigkeit vorstehen; und  $b$  die das durch eine bestim. Kraft zunehmende Geschwindigkeit gleichförmig ausdrückt, so werden auch jede Ordinate gleichförmig, nach oben zu fortschreiten,  $b, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000$

§ 78. Es folgt hieraus ferner, daß die Räume, welche ein Körper bey dieser gleichförmig beschleunigten Bewegung in verschiedenen gleich großen endlichen Zeiträumen

hinter einander zurüchlegt, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, u. s. f. wachsen, oder er wird im zweiten Zeittheile 3mal, im dritten 5mal u. s. w. so vielen Raum zurücklegen, als im ersten Zeittheile.

Wenn AD, DE, EF (Fig. 4) jetzt einzelne Zeittheile vorstellen, so ist der im ersten Zeittheile DE zurückgelegte Raum, = dem Dreieck DDE, 5mal so groß, als das Dreieck AD; und der im dritten Zeittheile EF beschriebene Raum des Dreieck DEF ist 5mal so groß, als AD, u. s. f.

Im ersten Zeittheile AD nehmlich beschrieb der Körper durch die wachsende Beschleunigung den Raum AAd. Der aus Ende die 1. Zeittheile erhaltene Endgeschwindigkeit war die des Körpers in dem folgenden gleichförmigen Zeittheile Ad durch einen noch einmal so großen Raum AAd zu gehen (s. 77), oder der Körper in der 1. 2ten Zeittheile gleichförmig fortzuehen; aber die Geschwindigkeit im 2ten Zeittheile war die im ersten 2mal so groß, und damit ihm wiederum so viel neue Beschleunigung zuwenden, wird die 2. 3ten Zeittheile Ad durch 3, 3 mal so schnell, so daß er auch in 2. 3ten Zeittheile den Raum AAd zu durchlaufen muß. Er legt also in dem zweiten Zeittheile einen 3mal so großen Raum zurück, als im ersten. Im 3ten Zeittheile wird die Geschwindigkeit die im 2ten 3mal so groß, und der Körper beschrieb den Raum AAd zu durchlaufen; aber während dieses dritten Zeittheiles war die Geschwindigkeit auf den doppelten, und damit ihm einen Zusatz von Geschwindigkeit geben, so daß er sich außerdem durch den Raum AAd zu durchlaufen, und also im 3ten Zeittheile einen Raum beschreiben, der durch das Dreieck DEF 5mal AAd ausgedrückt wird, u. s. f.

§. 79. Es verhalten sich diesemnach die Räume, welche vom Anfange der gleichförmig beschleunigten Bewegung an zurückgelegt werden, wie die Quadrate der Zeiten vom Anfange der Bewegung an, oder wie die Quadrate der erlangten Endgeschwindigkeiten (§. 75).

Es wächst also 1 mal 1<sup>2</sup> oder wie 1<sup>2</sup>, also ist 1 - 4 - 9 - 16 = 1<sup>2</sup> : 4<sup>2</sup>.

Wenn nemlich der Raum im ersten Zeittheile = 1, so ist er den doppelten beschleunigten Bewegung im zweiten Zeittheile gleich = 4, im dritten Zeittheile gleich 9, u. s. f. (s. 77). Folglich wird er in den zwei ersten Zeittheilen zusammen 1 + 4 = 5, in den drei ersten Zeittheilen zusammen 1 + 4 + 9 = 16 ausmachen. 5 und 16 sind aber die Quadrate, eben von 3 und 4, oder von den Zeiten vom Anfange der Bewegung an.

Wenn der nach dem ersten Zeittheile AD (Fig. 4) beschriebene Raum = AAd = 1 ist, so wird der durch den 2ten gleichförmigen Bewegung nach zwei Zeittheilen AD + DE beschriebene Raum = ADe = 5mal AAd, und der nach drei Zeittheilen AD + DE + EF beschriebene Raum = AEF = 16mal AAd sein, u. s. f. Hier es erhält sich das Dreieck AEF zum Dreieck AAd, wie AE<sup>2</sup> : AD<sup>2</sup> = EF<sup>2</sup> : Ad<sup>2</sup>.

§. 30. Die stetige Kraft, welche die beschleunigte Bewegung der Masse hervorbringt, heißt, in so fern sie auf alle Theile der Masse zusammen gleichförmig wirkt, die bewegende Kraft (*Viv. motr.*); die beschleunigende Kraft (*Viv. acceleratr.*) hingegen, in so fern sie auf jeden einzelnen Theil der Masse wirkt. Jene ist also das Product der beschleunigenden Kraft in die Quantität der Masse, die davon theilhaft wird.

Wenn man ungleiche Massen, z. B. von 3 Pfund und 7 Pfund, gleich stark beschleunigt werden sehen, so hat dazu offenbar Kräfte unterschiedl. d. welche sich wie die Massen verhalten: denn also-  
 wird 3 Pfund der einen Masse gerade so stark zur Bewegung setzten, wie 7 Pfund der andern Masse, woraus gleiche Beschleunigung entspringen muß. Daher antwortelet man die bewegende Kraft, die die gesammte Kraft, welche auf eine Masse wirkt, von der der beschleunigenden, d. i. von dem Theile der gesammten Kraft, der auf einen beschleunigten zur Einheit angenommenen Theil der Masse wirkt. Ist diese  $F$ , die Masse  $M$ , und die bewegende Kraft  $P$ , so steht nur so, daß  $P = MF$  seyn werde."

Ein Maas für beide Kräfte läßt sich durch folgende Betrachtung finden. Wenn gleiche Massen durch ungleiche Kräfte beschleunigt werden, so erhalten sie in jedem Augenblick Zunahme im Geschw.  $v$ , welche sich wie die beschleunigenden Kräfte verhalten. Man betrachte daher die Geschwindigkeit, welche ein Körper am Ende der ersten Secunde (1. B. der ersten Secunde) hat, als das Maas dieser beschleunigenden Kraft; und da wir eben diese Kraft  $P$  genannt haben, so wollen wir auch die eben gedachte Geschwindigkeit  $v$  nennen.

Man lege ein gleichförmig beschleunigter Körper in den Zeiten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, und erhalte die Endgeschwindigkeiten  $v, V, W, X, Y, Z, A, B, C, D$ , welche sich eben folgende Proportionen enthalten: 1)  $v : V = 1 : 3$  (4. 79); 2)  $v : A = 1 : 5$  (4. 79); woraus folgt 3)  $v : B = v : V = 1 : 3$ . Nun ist  $1 - 1$ , so ist  $v = 1$  (in 3. 79 des eben erklärten); und weil der Körper gefunden wird: wenn man die Endgeschwindigkeit ( $F$ ) mit der letzten Zeit (3. Secunde) multiplicirt, so ist  $3 = 3F$ . Hierdurch vereinigen sich unsere drei Proportionen in folgende: 4)  $F : V = 1 : 3$ ; 5)  $F : A = 1 : 5$ ; 6)  $F : B = 1 : 3$ ; 7)  $F : D = 1 : 5$ . Wenn man in diesen drei Proportionen die äußern und mittlern Glieder multiplicirt, so erhält man für die gleichförmig beschleunigte Bewegung folgende drei fundamentale Gleichungen: 7)  $v^2 = F$ ; 8)  $v^2 = 3F$ ; 9)  $V^2 = 5F$ , wo man beacht. F aufsetzen kann, entweder als die Geschwindigkeit am Ende der ersten Secunde, oder als die beschleunigende Kraft. Multiplicirt man beide Glieder jeder Gleichung mit  $M$ , und setzt dem  $P$  statt  $MF$ , so erhält man folgende drei Formeln, die statt der beschleunigenden Kraft die bewegende Kraft der Masse enthalten: 10)  $Mv^2 = P$ ; 11)  $3Mv^2 = P$ ; 12)  $5Mv^2 = P$ .

Es ist in der Analyse sehr annehmlich, beständ. d. Factoren oder Coefficienten wegzulassen, weil so die Formeln einfacher werden, in der Anwendung aber die nöthigen Größen leicht hergestellt werden

Körper. Man stellt sich vor, als ob das Zerbrechen — nicht abgebrochen — nicht, sondern nur Proportionalität anzeigt. In diesem Sinne kann man in dem German 8, 9, 11 das 10. Factor  $\frac{1}{10}$  möglich ist.

§. 81. Eine oder mehrere Kräfte, die nur nach einer Richtung wirken, können den Körper auch nur nach der geraden Linie bewegen. Die Bewegung, wo ein Körper durch eine Kraft nur nach einerley Richtung getrieben wird, heißt eine einfache Bewegung (*Motus simplex*); und man sieht leicht ein, daß jede einfache Bewegung stets geradlinig von wüßte.

§. 82. Kräfte, die auf verschiedene bewegliche Punkte wirken, heißen gleiche Kräfte, wenn sie ihnen gleiche Geschwindigkeit ertheilen.

Hier, wo nur von beweglichen Punkten die Rede ist, wird die Größe der Bewegung nur auf der Unendlichkeit vorausgesetzt. Wenn Bewegung die durch eine Kraft zum 10. Theilende sich ertheilt werden, muß die Masse aber 10 mal so groß, als die Größe der Bewegung genau sein werden.

§. 83. Zwey gleiche Kräfte (§. 82), die zu gleicher Zeit auf einen beweglichen Punkt nach entgegengesetzten Richtungen wirken, heben sich einander auf, und verursachen keine Bewegung.

Anwendung auf Segners berühmte Maschine, die in der Folge weiter beschrieben werden wird. Nimmt man 10 von Schrauben der vier Seiten an, die der Maschine gegen einander liegen, so wird sie durch das aufstehende Wasser nicht bewegt.

§. 84. Wenn zwey ungleiche Kräfte zu gleicher Zeit nach entgegengesetzter Richtung auf einen beweglichen Punkt wirken, so erfolgt die Bewegung nach der Richtung der größern Kraft, und zwar mit der Differenz beider Kräfte. Hier ist die Bewegung ebenfalls nur einfach, denn sie erfolgt nur nach der Richtung einer einzigen Kraft.

Anwendung auf die vorige Maschine, an der 10 Schrauben von den Seitenarmen nach einander, die Öffnung des vierten Armes nach der entgegengesetzten Richtung anzeigt.

§. 85. Wenn die Richtung der bewegenden Kräfte einander nicht entgegengesetzt ist, so müssen sie einen Winkel

eine





er die einzelnen Seiten durchlaufen wäre, welche die Richtungen der beyden Kräfte vorstellen.

Beobachtung durch Versuche mit der Oberhaudschen Diagona Maschine. Anmerkung auf einen von Herrn Wernersohnen Schif. (Adm. der beyden) Kiste aus einem Eisenblech aufsteigenden Rauch (wie 2c.) Anwendung auf den Fall eines Körpers von dem Kastenhaus eines Schiffes, das in jedem Seculo ist, u. dergl. Anmerkung zur Uebersetzung des Summums gegen die Umrechnung und Berechnung der Zeit.

§. 88. Wenn die Länge der beyden Seitenlinien AB, AC (Fig. 5.) die Größe der Kräfte, die zu gleicher Zeit auf den beweglichen Punkt wirken, oder ihre Geschwindigkeit, und die Neigung derselben gegen einander ihre Richtung ausdrückt, so drückt die Diagonale AD des Parallelogramms, das auf diese Linien errichtet ist, die Größe der Kraft oder die Geschwindigkeit aus, welche aus den sie zusammensetzenden Kräften und aus ihrer gleichzeitigen Wirkung entspringt.

§. 89. Da die Diagonale eines Parallelogramms nie so groß seyn kann, als die Summe seiner beyden Seiten, so muß auch die durch diese Zusammensetzung entstandene mittelere Kraft (§. 86.) oder Geschwindigkeit kleiner seyn, als die Kraft oder Geschwindigkeit, welche aus den beyden äußern Kräften entstanden wäre, wenn sie unmittelbar hin- und her einander gewirkt hätten. Der Raum, welchen der Körper bey dieser Art der zusammengesetzten Bewegung durchläuft, ist also nie so groß, als die Summe der beyden Räume der einzelnen Bewegungen gewesen seyn würde.

§. 90. Der bey der zusammengesetzten Bewegung durchlaufene Raum ist desto größer, je kleiner der Winkel wird, welchen die Richtungen der einzelnen Kräfte einschließen, oder je mehr sie conspiriren; desto kleiner, je größer dieser Winkel wird, oder je mehr sie divergiren.

Je kleiner nehmlich der Winkel CAB (Fig. 5.) der Seitenkräfte wird, desto mehr nehmlich sich die entgegengehet, und desto mehr wird also auch ihre Wirkung conspiriren; und je größer der Winkel wird, desto mehr werden die Seitenkräfte sich einander entgegengehet, desto größer wird der Raum der Bewegung seyn.

Wenn wir die und (Fig. 6.) eben so groß nehmten, als vorher AB und AC (Fig. 5.), aber sie unter einem kleinen Winkel zusammen



erst den horizontalen Punkt weichen lassen, so wird die Diagonale  $AD$  größer werden, als  $d$  oder  $AD$  (§ 81. 2.) wäre; und wenn oben  $d$   $e$  Punkt  $HD$  und  $HD = d$  (§ 81. 6.) unter einem großen Winkel zusammen auf dem horizontalen Punkt weichen, so wird die Diagonale  $AD$ , die er durchläuft, kleiner werden, als  $AD$  (§ 81. 3.).

§. 91. Jede einfache Bewegung (§ 81.) läßt sich ansehen, als ob sie von zwei Kräften hervorgebracht wäre, deren Richtungen einen Winkel einschließen, und von deren gemeinschaftlichen Wirkungen die durch die einfache Kraft hervorgebrachte Richtung die mittlere wäre, da es erlaubt ist, jede gerade Linie als die Diagonale eines Parallelogramms vorzustellen. Es läßt sich also eine jede Kraft in zwei andere gleichwirkende zerlegen.

§. 92. Wenn ein beweglicher Punkt durch drei oder mehrere Kräfte getrieben wird, die nach verschiedenen, nicht entgegen gesetzten Richtungen auf ihn wirken: so kann man den Weg finden, den er bei seiner Bewegung nimmt, wenn man erst zwei davon zusammensetzt, die daraus entstandene zusammengesetzte Bewegung als eine einfache betrachtet, und mit der dritten wieder zusammensetzt, u. s. w.

Belegt, ein beweglicher Punkt wird (§ 81. 2.) durch die Kräfte  $AD$ ,  $AF$ ,  $AG$  und  $AE$  zu gleicher Zeit vertrieben, so kann man erst  $AD$  und  $AF$  zusammensetzen, und die gefundene mittlere Kraft  $AF$  als eine dritte einfache ansehen, diese wieder mit der aus  $AD$  und  $AE$  zusammengesetzten  $AG$  zusammensetzen, und aus beider beider Kräften  $AD$  und  $AG$  die Richtung und Größe der Kraft bestimmen, welche alle vier einfachen Kräfte zusammengenommen hervorbrachten, indem man die Diagonale  $AK$  des Parallelogramms  $ADAK$  zieht, deren die beiden gefundenen Kräfte  $AF$  und  $AG$  die Seitenlinien ausmachen.

§. 93. Ein beweglicher Punkt bewegt sich gegen eine Fläche gerade, wenn seine Directionslinie auf der Fläche senkrecht steht; wenn hingegen diese mit der Fläche einen spitzen Winkel macht, so nennt man die Bewegung eine schiefe. Der Stoß an eine Kugel geht also gerade (directe), wenn die Directionslinie desselben verlängert durch den Mittelpunkt der Kugel geht; in den übrigen Fällen geht er schief (oblique).

§. 94. Die Kraft, welche in einer schiefen Direction auf eine Fläche wirkt, kann, wie eine jede einfache Kraft überhaupt (§. 91.), als eine aus zwei andern zusammengesetzt

geschickte Kräfte betrachtet werden, wovon eine auf der Fläche senkrecht steht, die andere aber mit der Fläche parallel verläuft.

Wenn eine Kraft in der That senkrecht  $CD$  ( $CA \perp R$ ) auf die Fläche  $AB$  wirkt, so wird sie nicht mit der Contrahent  $ED$  auf wirken, als wenn sie senkrecht auf  $AB$  stünde. Nach dem Satz von der Zerlegung der Kräfte (§. 91.) besteht  $CD$  aus der Kraft  $CE$  und  $CA \perp ED$ .  $CE$  geht parallel mit  $AB$ , hat also darauf keine Wirkung; folglich wirkt nur die Kraft  $ED$  nach der Direction  $ED$ , und die Größe dieser wirkenden Kraft verhält sich zur unvernünftigen Kraft, wie  $ED$  zu  $CD$ . Je kleiner der Winkel  $CDA$  wird, welcher  $CD$  mit  $AB$  macht, desto kleiner wird die Größe der Wirkung von  $CD$  verhält, desto größer wird  $ED$ , und umgekehrt.

§. 95. Jede Wirkung der bewegenden Kräfte geschieht nur nach der Perpendikellinie, die von ihr auf die Fläche des Beweglichen gezogen werden kann; und bey einer schiefen Richtung wirkt nur ein Theil der Kraft.

Nehmen wir hierzu auf das 2. Bild; auf die Bewegung nach  $E$  zu. Ist  $ED$  der  $CD$  nicht ganz senkrecht; auf die Bewegung der Kugel nach  $ED$  hinwärts, die sich eben in  $ED$  befindet.

Es sey also  $a$  eine Kugel  $AB$  in der That, die sich ihren Platz suchen möchte. Sie ist aber auf ihrer Bahn, die sie in  $A$  antrifft, nach der Direction  $AB$ , so daß  $AB$  auch durch  $a$  geht und sich selbst gleich der Kraft ausdrückt. Die Kugel wird sich zu bewegen in der Richtung  $a$  bewegen, indem  $AB$  senkrecht auf der Fläche  $ED$  stehen steht, wie alle Kräfte, welche nicht nach dem Mittelpunkt der Kugel in gerader Linie. Nach dem Satz von der Zerlegung der Kräfte (§. 91.) können wir  $AB$  zerlegen in  $AD$  und  $AE$ . Die letztere läuft nach der Richtung der Tangente von  $a$ , daher sie kann die Kugel nicht in Bewegung setzen und nicht darauf wirken, welches nur von  $AD$  abhängen kann, die auf der Kugel senkrecht ist, weil sie nach  $n$ , dem Mittelpunkt der Kugel in gerader Linie. Die Bewegung der Kugel nach  $a$  ist also nach  $AD$ , und immer nach einer Richtung, die auf dem Punkte der Kugel als der Kraft senkrecht ist. Die Kraft  $AD$  leidet bey dieser schiefen Richtung ebenfalls einen Verlust, d. h. ihre Wirkung ist nicht so groß, als bey der senkrechten; und die Größe, mit der sie wirkt, verhält sich zur unvernünftigen Kraft wie  $AD$  zu  $AB$ . Sie wirkt nur mit dem Theile der Kraft, der in ihrer Direction enthalten ist.

§. 96. Nach den bisher betrachteten Arten der Bewegung, sowohl der einfachen, als der zusammengesetzten, muß der bewegte Punkt einen Weg zurücklegen, der eine gerade Linie ist, und diese geradlinige Bewegung (*Motus rectilineus*) bey seiner Trägheit so lange behalten, bis eine andere Ursache ihn daraus verdrängt. Wenn also ein Körper ein

krummlinige Bewegung (Motor curvilinearis) hat, so  
 daß notwendig noch eine Kraft wirksam seyn, die ihn von  
 seiner geradlinigen Bahn ablenkt; und diese Kraft muß stets  
 und in jedem Augenblick wirksam seyn, sonst würde der Körper  
 sich der Tangente seiner Bahn geradlinig fortgehen.

§ 97. Jede krummlinige Bewegung ist also eine zusammengesetzte Bewegung; und sie erfolgt, wenn ein nach einer geraden Bahn durch eine Kraft getriebenes Bewegliches nach einer andern stetigen Kraft nach einem unveränderlichen Punkte abgelenkt wird, der außerhalb der Richtung seiner Bewegung liegt. Da die Richtungen beider Kräfte einen Winkel einschließen, so kann man sich vorstellen, daß die Bewegung nach der Diagonallinie eines Parallelogramms erfolgt, daß diese Diagonallinie aber unendlich klein sey, so daß dieserhalb das Bewegliche in jedem Augenblicke eine oder unendlich kleine Diagonallinie beschreiben müsse, so daß die Kraft, die es nach einem Punkte treibt, stetig seyn muß, so daß es in allen Augenbuckten von der geradlinigen Bahn ablenkt, bis es, sich selbst überlassen, fortgehen würde.

Printed at the College Press.

1. Ein Körper  $A$  wird von einer Kraft  $K$  in  $A$  (Fig. 10), und würde  
 2. durch eine Kraft in der Richtung  $AB$  beschleunigt. In  $B$  wird  $A$  durch  
 3. eine Kraft  $L$ , oder eine Kraft in der Richtung  $BC$  beschleunigt. Es  
 4. wird  $A$  durch eine andere Kraft  $M$  in  $C$  beschleunigt, und  
 5. wird  $A$  durch eine Kraft  $N$  in  $D$  beschleunigt. In  $D$  wird  $A$  durch  
 6. eine Kraft  $O$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $P$  in  $E$  beschleunigt.  
 7. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $Q$  in  $F$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 8. eine Kraft  $R$  in  $G$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $S$  in  $H$  beschleunigt.  
 9. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $T$  in  $I$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 10. eine Kraft  $U$  in  $J$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $V$  in  $K$  beschleunigt.  
 11. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $W$  in  $L$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 12. eine Kraft  $X$  in  $M$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $Y$  in  $N$  beschleunigt.  
 13. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $Z$  in  $O$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 14. eine Kraft  $AA$  in  $P$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $BB$  in  $Q$  beschleunigt.  
 15. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $CC$  in  $R$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 16. eine Kraft  $DD$  in  $S$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $EE$  in  $T$  beschleunigt.  
 17. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $FF$  in  $U$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 18. eine Kraft  $GG$  in  $V$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $HH$  in  $W$  beschleunigt.  
 19. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $II$  in  $X$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 20. eine Kraft  $JJ$  in  $Y$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $KK$  in  $Z$  beschleunigt.  
 21. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $LL$  in  $AA$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 22. eine Kraft  $MM$  in  $BB$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $NN$  in  $CC$  beschleunigt.  
 23. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $OO$  in  $DD$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 24. eine Kraft  $PP$  in  $EE$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $QQ$  in  $FF$  beschleunigt.  
 25. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $RR$  in  $GG$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 26. eine Kraft  $SS$  in  $HH$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $TT$  in  $II$  beschleunigt.  
 27. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $UU$  in  $JJ$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 28. eine Kraft  $VV$  in  $KK$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $WW$  in  $LL$  beschleunigt.  
 29. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $XX$  in  $MM$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 30. eine Kraft  $YY$  in  $NN$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $ZZ$  in  $OO$  beschleunigt.  
 31. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $AA$  in  $PP$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 32. eine Kraft  $BB$  in  $QQ$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $CC$  in  $RR$  beschleunigt.  
 33. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $DD$  in  $SS$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 34. eine Kraft  $EE$  in  $TT$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $FF$  in  $UU$  beschleunigt.  
 35. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $GG$  in  $VV$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 36. eine Kraft  $HH$  in  $WW$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $II$  in  $XX$  beschleunigt.  
 37. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $JJ$  in  $YY$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 38. eine Kraft  $KK$  in  $ZZ$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $LL$  in  $AA$  beschleunigt.  
 39. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $MM$  in  $BB$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 40. eine Kraft  $NN$  in  $CC$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $OO$  in  $DD$  beschleunigt.  
 41. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $PP$  in  $EE$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 42. eine Kraft  $QQ$  in  $FF$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $RR$  in  $GG$  beschleunigt.  
 43. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $SS$  in  $HH$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 44. eine Kraft  $TT$  in  $II$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $UU$  in  $JJ$  beschleunigt.  
 45. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $VV$  in  $KK$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 46. eine Kraft  $WW$  in  $LL$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $XX$  in  $MM$  beschleunigt.  
 47. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $YY$  in  $NN$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 48. eine Kraft  $ZZ$  in  $OO$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $AA$  in  $PP$  beschleunigt.  
 49. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $BB$  in  $QQ$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 50. eine Kraft  $CC$  in  $RR$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $DD$  in  $SS$  beschleunigt.  
 51. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $EE$  in  $TT$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 52. eine Kraft  $FF$  in  $UU$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $GG$  in  $VV$  beschleunigt.  
 53. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $HH$  in  $WW$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 54. eine Kraft  $II$  in  $XX$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $JJ$  in  $YY$  beschleunigt.  
 55. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $KK$  in  $ZZ$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 56. eine Kraft  $LL$  in  $AA$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $MM$  in  $BB$  beschleunigt.  
 57. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $NN$  in  $CC$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 58. eine Kraft  $OO$  in  $DD$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $PP$  in  $EE$  beschleunigt.  
 59. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $QQ$  in  $FF$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 60. eine Kraft  $RR$  in  $GG$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $SS$  in  $HH$  beschleunigt.  
 61. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $TT$  in  $II$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 62. eine Kraft  $UU$  in  $JJ$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $VV$  in  $KK$  beschleunigt.  
 63. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $WW$  in  $LL$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 64. eine Kraft  $XX$  in  $MM$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $YY$  in  $NN$  beschleunigt.  
 65. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $ZZ$  in  $OO$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 66. eine Kraft  $AA$  in  $PP$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $BB$  in  $QQ$  beschleunigt.  
 67. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $CC$  in  $RR$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 68. eine Kraft  $DD$  in  $SS$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $EE$  in  $TT$  beschleunigt.  
 69. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $FF$  in  $UU$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 70. eine Kraft  $GG$  in  $VV$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $HH$  in  $WW$  beschleunigt.  
 71. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $II$  in  $XX$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 72. eine Kraft  $JJ$  in  $YY$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $KK$  in  $ZZ$  beschleunigt.  
 73. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $LL$  in  $AA$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 74. eine Kraft  $MM$  in  $BB$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $NN$  in  $CC$  beschleunigt.  
 75. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $OO$  in  $DD$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 76. eine Kraft  $PP$  in  $EE$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $QQ$  in  $FF$  beschleunigt.  
 77. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $RR$  in  $GG$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 78. eine Kraft  $SS$  in  $HH$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $TT$  in  $II$  beschleunigt.  
 79. Es wird  $A$  durch eine Kraft  $UU$  in  $JJ$  beschleunigt. Es wird  $A$  durch  
 80. eine Kraft  $VV$  in  $$

[illegible]

er als Auerkiste eine unendlich kleine Diagonale  $AR$ , oder er hat alle Auerkisten eine andere Richtung: folglich beschreibt er eine gegen  $C$  solche krumme Linie.

§. 98. Am Ende jedes einzelnen Augenblicks befindet sich bei dieser krummlinigen Bewegung das Bewegliche in der Richtung der Tangente, die durch den Punkt gezogen werden kann, in welchem er am Ende dieses Augenblicks ist; und nach der Richtung dieser Tangente sucht es jeden Augenblick zu entfliehen.

Wenn der bewegliche Punkt  $A$  (Fig. 10.) durch eine Kraft nach der Richtung  $AA$  angetrieben, und durch eine andere Kraft  $AA'$  von dieser Richtung stetig abgelenkt wird, so wird  $AP$  eine krumme Linie, wie in Fig. 11. Ab es ist, die durch die Auerkiste  $AR$  der Kraft  $AA$  auf den Körper, der nach  $AP$  sich zu bewegen angetrieben wird, nach  $L$  zu herbeigeführt wird. Bezieht sich nun der Körper in  $B$  (Fig. 10.), so sucht er in der Richtung der Tangente  $BB'$  die auf den Punkt  $B$  gezogen werden kann, nach  $L$  zu entfliehen, eben so auch, wenn er in  $D$  angelangt ist, nach der Richtung der Tangente  $DD'$ , u. s. f.

§. 99. Die Kraft, welche das Bewegliche stetig von der Richtung der Tangente zu der durchlaufenen krummen Linie zurückbringt, heißt die Centripetalkraft (*Vis centripeta*); die Bewegung selbst heißt auch Centralbewegung (*Motus centralis*), und der Punkt, nach welchem das Bewegliche stets abgelenkt oder gezogen wird, der Mittelpunkt der Kräfte (*Centrum virium*).

§. 100. Weil die zusammengesetzte Bewegung eines Punktes durch den Bogen  $Ab$  (Fig. 11.) zerlegt werden kann in die Kraft, die den Körper in der Direction  $AB$  sollicitirt, welche die Tangente des krummen Elements  $Ab$  oder des Punktes  $A$  ist, und in die Kraft, die ihn nach der Richtung  $AC$  sollicitirt; so nennt man jene Kraft die Tangentialkraft (*Vis tangentialis*), diese die Centripetalkraft (*Vis centripeta*). Die Tangentialkraft  $AA'$  läßt sich, wie jede einfache Kraft, als zusammengesetzt annehmen, als ob sie aus  $bA$  und  $bA'$  bestünde. Der Theil  $bB$  der Tangentialkraft  $AB$ , der in der Richtung des Radii  $BC$  ist, heißt die Centrifugalkraft (*Vis centrifuga*). Dieser Theil ist die Centripetalkraft  $AA$  gleich und entgegengesetzt; und der

stige Theil  $AB$  ist es, welcher macht, daß der Körper in der Bewegung beharrt. Die Wirkung der Centripetalkraft wird durch die Linie  $AB$  ausgedrückt, durch welche der Körper von der Tangente  $AB$  weggezogen wird; und diese Linie  $AB$  ist der Raum, welchen der Körper in der gegebenen Zeit, da er den Bogen  $AB$  zurücklegt, durch die Wirkung der Centripetalkraft allein durchlaufen würde. Diese Centripetalkraft und Centrifugalkraft zusammen nennt man die Centralkräfte (*Vires centrales*).

§ 171. Es ist also eine doppelte Kraft nöthig, wenn ein Körper in einer krummen Linie bewegt werden soll, eine Centrifugalkraft und eine Tangentialkraft, wovon jede, wenn die Bewegung beste, ihre ganze Wirkung verrichten würde. Wenn die Tangentialkraft plötzlich nachläßt, so würde der Körper durch die Centralkraft nach dem Mittelpunkte der Bahn  $C$  (Fig. 11.) geführt werden; und wenn die Centrifugalkraft auf einmal aufhörte, so würde der Körper in seiner Richtung nach der Tangente fortgehen.

Wenn der so weitläufige Commentar, die man von der Lehre von den Centralbewegungen und Centralkräften in der Physik machen kann, nicht welche sich der Lehre von der Bewegung der Himmelskörper bezieht, nicht gründlich vortragen und erläutern laßt, habe ich mich bemüht, hier etwas mehr davon beizubringen. Man kann es auch selbst beim Vorleser übersehen, oder weiter erläutern.

Die folgenden Sätze sind im Original mehrtheilweis aus von Euler'schen *Lectiones physicae* genommen. Ich habe aber nichts geändert, größtentheils sowohl den Ausdruck, als die Bezeichnung abgeändert.

1. Die bey den Centralbewegungen aus dem Mittelpunkte der Kräfte (Fig. 10.) in den bewegten Punkt auf der krummen Bahn gezogenen Linien  $CA$ ,  $CB$ ,  $CD$  u. s. f. heißen die Radii vectores; der Raum  $ACB$ ,  $BCD$ , u. s. w. zwischen zweyen Radii vectores  $AC$  und  $BC$ ,  $CB$  und  $CD$ , u. s. w. und dem Bogen  $AB$ ,  $BD$ , u. s. w., den sie einschließen, wird den das Fächlein in der angegebenen Zeit durchläuft, der Flächenraum (Area), welchen der bewegte Punkt mit dem Radius vector durchläuft. Die bey einer Centralbewegung in der krummen Bahn vom beweglichen Punkte mit seinem Radius vector beschriebenen Flächenräume verhalten sich wie die Zeiten, in denen sie durchlaufen worden sind.

Es sind nemlich die Dreiecke  $CAB$ ,  $BCD$ ,  $CDE$  u. s. w., so wie auch die Linien  $AB$ ,  $BD$ ,  $DE$  u. s. w. seyn mögen,

einander gleich. Denn Dreieck  $CBM$  — Dreieck  $CBb$  (weil sie gleichen Grund ein  $CB = Cb$ , und eine gemeinshaftliche Spitze  $C$ , also gleiche Höhe haben); ferner Dreieck  $CBb$  — Dreieck  $CBU$  (weil sie  $BC$  als Grund nicht gemein haben, und zwischen Parallelen  $CB$ ,  $bD$  stehen); folch.  $\frac{b}{B}$  ist Dreieck  $CAR$  — Dreieck  $CBU$ . Auf die gleiche Art beweist man, daß Dreieck  $CBU$  — Dreieck  $CBb$ , u. s. f. Da diese Seiten alle  $g$  bilden, auch wenn  $AB$ ,  $BD$ ,  $DE$  unendlich klein, als:  $AB$  & eine Summe von  $g$  wird. So ist klar, daß der Radius vector jederzeit in gleichen Zeiten gleiche  $g$  durchläuft, so ist die Zeit irgend einer Centralbewegung ausgeteilt durch den zurückgelegten Flächenraum, oder umgekehrt verhält sich

- 2) Die Geschwindigkeit eines Körpers in jedem Punkte der kreisförmigen Bahn ist im umgekehrten Verhältnisse der Perpendikulare aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangente des kreisförmigen Rums an diesem Punkte gezogen.

Wenn die Zeiten  $g$  sich find, so verhält sich die Geschwindigkeit wie die Räume  $AB$ ,  $PU$ ,  $DE$ , u. s. w. (Sia. 10), oder wie die Grundhöhen der Dreiecke  $ACB$ ,  $BCU$ , u. s. w. Da nun diese Dreiecke gleichen Inhalt haben, so verhalten sich die Perpendikulare  $p$  wie die Flächen, oder wie die Perpendikulare, aus dem Mittelpunkte der Kräfte  $C$  auf sie gezogen; folglich verhält sich auch die Geschwindigkeit so

Weil ferner die Perpendikulare  $p$  sich verhalten, wie die doppelten Flächenräume beschreiben, nach dem Perpendikeltheile, so verhalten sich auch die Geschwindigkeiten gerade wie die Flächenräume, die in allen Zeiten durchlaufen sind, und umgekehrt, wie jene Perpendikulare; oder wenn die Perpendikulare  $p$ , der Flächenraum  $a$ , das Perpendikel  $p$  heißt, so ist

$$v = \frac{a}{p}.$$

Wenn die Centralkraft selbst angenommen wird, so verwandelt sich  $AB$ , u. s. w. in eine neuen von  $C$  gezogenen der  $AB$  &  $CB$  halbe kreisförmige Linie, und  $p$  ist die Tangente des Kreises  $AB$  in  $B$ . Nach dem nun  $g$  &  $AB$  als  $1$  ist, so wird das Quadrat des Raumes  $AB$  (Sia. 11), mit der geraden Linie  $AB$  selbst für einen  $g$  &  $AB$  den Raum. Der Flächenraum  $AB$  wird den Seiten der Bewegung gleichwohl sein ( $1$ ), und so verhalten sich auch die Perpendikulare  $p$  in verschiedenen Punkten der kreisförmigen Linie umkehrt, wie die Tangente  $p$  aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangente, verhalten, oder sie werden sich verhalten  $p$  selbst, wie die in allen Zeiten durchlaufenen Flächenräume, und umgekehrt wie die Perpendikulare  $p$ .

- 3) Bei der Kreisbewegung ist die Geschwindigkeit in allen Punkten gleich, oder die Bewegung eines im Kreise bewegten, und das  $h$  aus dem Mittelpunkte des Kreises stehende Centralkraft gleichem Körper in Gleichrichtung.

Die vom Newtonschen beschriebenen Flächenräume sind in allen Zeiten gleich groß. Dieser Raum aus  $C$  ist das Centrum der Bewegung. Bei der Bewegung im Kreise sind diese Flächenräume

Centren des Kreises, denen, wenn sie gleich sind, gleiche Kräfte des Zentrums zugehören. Da bei dem Kreise die Perpendikulare auf die Tangente aus dem Centro dem Halbmesser von dem Kreis aus gleich ist, die Radii aber in dem Kreise sich als gleich hab, so wird auch die Gleichwindigkeit überall da gleich, folglich auch die Bewegung gleichförmig seyn.

c) Je mehr sich die krummlinige Bahn dem Kreise nähert, desto mehr kommt die Bewegung der Gleichförmigkeit nahe.

d) In allen krummlinigen Bahnen ist die Geschwindigkeit in dem dem Mittelpunkt der Kreise nächst liegenden Stellen größer, als in den mehr davon entfernt liegenden Stellen.

Dieser Satz folgt unmittelbar aus c.

e) „Die Umlaufzeit (tempus periodicum) der Centralbewegung heißt die Zeit, welche der Körper braucht, die ganze Bahn zu vollenden.“

f) „Die Umlaufzeit verhält sich zu der Zeit, die zum Durchlaufen des Raumes verwendet wird, wie der Flächenraum der Bahn zum Flächenraum des Kreises, welchen der Radius vorher beschrieben hat.“

Dieser Satz folgt aus e.

g) „Die Gestalt der Bahn kann unendlich verschieden seyn. Eben die Gleichwindigkeit und Richtung des ersten Bahnpunktes, wodurch der Kreis bestimmt wird, nicht genau den Mittelpunkt der Centralkraft, sondern fortwärts zu weichen, ändert die ganze Gestalt der Bahn ab, noch mehr aber das Gesetz, nach welchem die Centralkraft wirkt. Im Allgemeinen kann dieses Gesetz unendlich mannigfaltig seyn. Man kann sich eine Kraft denken, welche in alle Entfernungen gleich stark wirkt. Man kann sich die Kraft mit der Entfernung abnehmend denken, und wiederum wieder auf unendlich mannigfaltige Art, z. B. umkehrt wie die Entfernung selbst, oder wie die Quadrate, oder der Würde derselben u. s. w. Endlich kann man sich auch eine Centralkraft aus der Entfernung zunehmend vorstellen, und dies auf eben so mannigfaltige Art. Kurz, im Allgemeinen läßt sich über das Gesetz der Centralkraft nichts weiter sagen, als daß sie irgend eine Function der Entfernung, d. h. nach irgend einer Regel aus der Entfernung vom Mittelpunkte bestimmbar sey. Die allgemeine Theorie der Centralbewegungen ist daher nicht leicht, und setzt tiefe Kenntnisse der höhern Analysis voraus.“

h) „Die Bewegungen aller Himmelskörper sind Centralbewegungen, ob die Bahnen der Planeten auch nicht sehr von der Kreisform abweichend. Ueberdies kann man bei manchen Betrachtungen fast eine unendlich gekrümmte Bahn eine kreisförmige substituiren, indem man um den Mittelpunkt der Kräfte einen Kreis beschreibt, der mit der wirklichen Bahn gleiche Fläche habe, und in dessen Peripherie sich der Körper mit einer gewissen mittleren Gleichwindigkeit so bewege, daß die Umlaufzeit der Umlaufzeit in der wirklichen Bahn gleich werde. Es ist daher möglich, wenn die Theorie centraler Bewegungen genau lernen zu lernen, welche sich auf diese Elementarfrage zurückführen läßt.“

1117



- 10) „Die Umlaufzeiten jeder zweier kreisförmigen Centralbewegungen verhalten sich wie die Halbmesser, dividirt durch die Geschwindigkeiten.“

„Die Peripherie des einen Kreises sey  $P$ , des Körpers Geschwindigkeit  $V$ , und die Umlaufzeit  $T$ : so ist nach dem Inhalte der gleichförmigen Bewegung  $T = \frac{P}{V}$ . Wenn  $p, v, t$  für eine andere Kreisbewegung eben das bedeuten, so ist eben so  $t = \frac{p}{v}$ . Folglich ist  $T:t = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$ . Sind aber  $D$  und  $d$  die Halbmesser beider Kreise, so ist  $P:p = D:d$ : folglich auch  $T:t = T:t = \frac{D}{V} : \frac{d}{v}$ .“

- 11) „Unter eben den Voraussetzungen verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Halbmesser, dividirt durch die Umlaufzeiten, und der Halbmesser verhalten sich, wie die Geschwindigkeiten, multiplicirt mit den Umlaufzeiten.“

„Aus  $T:t = \frac{D}{V} : \frac{d}{v}$  folgt, wenn man das erste und dritte Glied mit  $T$ , das zweite und vierte mit  $t$  dividirt,  $1:1 = \frac{D}{Vt} : \frac{d}{vt}$ : also  $\frac{D}{Vt} : \frac{d}{vt}$ , woraus sich beide Proportionen eine Schwingelst ableiten lassen.

- 12) „Die Centralkraft eines Körpers bey der Bewegung im Kreise ist gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Durchmesser des Kreises.“

„In der Peripherie des Kreises Auk (Fig. 15.), dessen Halbmesser  $= D$ , beziehe sich ein Körper durch eine gegen den Mittelpunct wirkende Centralkraft, mit der Geschwindigkeit  $V$ . Die Größe der Centralkraft in der Peripherie heist  $P$ , so ist zu beweisen, daß  $P = \frac{VV}{2D}$ .“

„Es sey  $Ab = \alpha$  ein unendlich kleiner Bogen, der sich in einer unendlich kleinen Zeit  $t = \frac{\alpha}{v}$  (Nr. 9. vergl. mit §. 75.) zurücklegt wird. Man ziehe von  $A$  den Durchmesser  $ACE$ , senke in  $h$  senkrecht auf  $AE$ , und vollende das Parallelogramm  $ABba$ : so ist  $AB$  der Weg, den der Körper durch die bloße Tangentialkraft, und  $Ab$  der Weg, den er durch die bloße Centrifugalkraft in der Zeit  $t$  zurücklegen würde. Die letzte ist eine stetig wirkende, also beschleunigende Kraft; und in der unendlich kleinen Zeit  $t$  kann sie als gleichförmig beschleunigend angesehen werden (Num. zu §. 84.). Daber ist (nach dem eben angeführten §.) die gesuchte Kraft  $P$  gleich dem Wege, dividirt durch das Quadrat der Zeit.



b)  $F = \frac{Aa}{cc} = \frac{AaVV}{aa}$ . Da nun ein eigentlich linearer Körper  $Aa$  von jeder Seite nicht verdrückt ist, so ist  $Aa$  nach einem der Lemmas geometrischen Satz 2 c. mittlere Proportionale zwischen  $Aa$  und  $cc$ , also  $Aa = \frac{Aa^2}{cc} = \frac{aa}{cc}$ . Substituiert man dieses in dem obigen Ausdrucke für  $F$ , so erhält man  $F = \frac{VV}{cc}$ .

10) Wenn zwei Körper in Kreisen von verschiedenen Durchmessern gleiche Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Centralkräfte, wie der Halbmesser der Kreise."

„Im Satze Axiom 1, § 14., bewege sich ein Körper mit der Geschwindigkeit  $V$ , so ist seine beschleunigende Kraft  $F = \frac{VV}{cc}$  (12):

bewegt sich ein anderer Körper in dem Kreise  $ag$  mit der Geschwindigkeit  $v$ , so ist seine beschleunigende Kraft  $p = \frac{vv}{aa}$ : also

verhält sich  $F:p = \frac{VV}{cc} : \frac{vv}{aa}$ . Stellen aber die Umlaufzeiten

gleich sein, so müssen sich die Geschwindigkeiten  $V$  und  $v$  wie die Wurzeln  $a$  und  $c$ , also auch wie die Quadrate verhalten. Statt des Verhältnisses  $V:v$  kann man also auch  $ac$  an setzen: dann ist

$$F:p = \frac{ac^2}{cc} : \frac{aa^2}{aa} = ac:ac.$$

11) Wenn sich zwei Körper mit ungleichen Geschwindigkeiten in gleichen Kreisen bewegen, so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten."

„Zu denken Geschwindigkeiten  $V$  und  $v$ , die beschleunigenden Kräfte  $F$  und  $p$ , der Halbmesser beider Kreise  $D$ , so ist nach

$$12) F = \frac{VV}{cc}, \text{ und } p = \frac{vv}{aa}; \text{ also } F:p = \frac{VV}{cc} : \frac{vv}{aa} = VV:vv.$$

Wenn zwei Körper in ungleichen Kreisen mit gleicher Geschwindigkeit bewegt werden (als nicht gleiche Umlaufzeiten haben), so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte umgekehrt wie die Halbmesser der Kreise."

„Die Halbmesser der Kreise seien  $D$  und  $d$ , die beschleunigenden Kräfte  $F$  und  $p$ , die für beide gleiche Geschwindigkeit  $V$ : so ist

$$\text{nach 12. } F:p = \frac{VV}{Dd} = \frac{1}{D} : \frac{1}{d} = d:D."$$

12) Wenn sich zwei Körper in ungleichen Kreisen bewegen, und ungleiche Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Centralkräfte wie die Halbmesser, dividirt durch die Quadrate der Umlaufzeiten."

„Die Halbmesser der Kreise seyen  $D$  und  $d$ ; die Umlaufzeiten  $T$  und  $t$ ; die Centralkräfte  $P$  und  $p$ ; die Geschwindigkeiten  $V$  und  $v$ . Die Peripherien beider Kreise sind  $\pi \cdot D$  und  $\pi \cdot d$  wo  $\pi$  = die unendliche Zahl 3,1415926... ist. Da man bey der gleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeit findet, wenn man den Weg durch

die Zeit dividirt, so haben wir  $V = \frac{\pi \cdot D}{T}$ , und  $v = \frac{\pi \cdot d}{t}$ . Es

ist aber (nach 10.)  $P : p = \frac{VV}{2D} : \frac{vv}{2d}$ ; also, wenn man für  $V$  und  $v$

die eben gefundenen Werte setzt,  $P : p = \frac{4\pi^2 D^2}{2T^2} : \frac{4\pi^2 d^2}{2t^2} = \frac{D^2}{T^2} : \frac{d^2}{t^2}$ .

- 17) „Wenn sich die Quadrate der Umlaufzeiten wie die Würfel der Halbmesser verhalten, so verhalten sich die Centralkräfte, umgekehrt wie die Quadrate der Halbmesser.“

„Denn wenn in der eben gefundenen Proportion  $D^2 : d^2$  statt  $T^2 : t^2$  gesetzt wird, so erhält man

$$P : p = \frac{D}{D^2} : \frac{d}{d^2} = \frac{1}{D} : \frac{1}{d} = d : D.$$

„Statt der in der 9. ten Aufgabe hier folgenden Sage von andern als kreisförmigen Bewegungen, die sich in diesem Zusammenhang auf keine vernünftige Art vortragen oder erörtern lassen, mögen nachstehende Bemerkungen setzen, um wenigstens den weitern Gang, und die Tendenz einer vollständigen Theorie bemerklich zu machen.“

- 18) „Eine Kreisförmige Bewegung kann durch jede Centralkraft bewirkt werden, sobald sie nur in solcher Entfernung gleich stark wirkt. Aus einer gewissen gewissen Kreisbewegung kann daher kein Schluß auf das Wesen der Centralkraft gemacht werden. Und zwar nicht eine Kreisbewegung gegeben, welche durch eine sich derselben Centralkraft bemerkt werden, so erweist sich voraus alsdann das Wesen der Kraft. Setzt man z. B. den als ob schon Wandel in Kreis von Kreisen von verschiedenen Durchmessern vor, so sind die Umlaufzeiten gleich; woraus folgt, daß die beschleunigenden Kräfte, mit welchen sie gegen das Centrum der Bahn gezogen werden, in gleichem Verhältnisse mit der Entfernung vom Centrum zu nehmen (S. 13). Ferner: Kepler fand, daß bey der Bewegung der Planeten die Quadrate der Umlaufzeiten sich wie die Würfel ihrer mittleren Entfernung vom der Sonne verhalten. Es ist fern nicht von der Vermuthung als Kreisbewegung, so folgt (S. 12. 13.), daß die Centralkraft, welche ihre Bewegung verursacht, in verkehrtem Verhältnisse mit den Quadraten der Entfernung abnimmt, u. d. h.  $\propto \frac{1}{r^2}$ “

- 19) „Wendet sich hingegen ein Körper in einer andern als kreisförmigen Bahn, und sind alle Umstände der Bewegung gegeben, so ist damit mal ich das Wesen gegeben, nach welchem die Centralkraft wirkt. Dagegen fand, daß Mars eine solche beschreibt, in deren einem Punkte, muß die Sonne steht, und daß sein Radius vector in je den Zeiten gleich Distance um diesen Sonnenpunct zuweisen; es fand ferner, daß die Bewegung jedes andern Planeten unter

bestehen Pletzen drin. Dieß fand er aus seiner problematischen Theorie; sondern er zeigte, daß dieß die einzige Vertheilungsart sey, welche den Beobachtungen Stande wisse. Newton bewies, daß aber das Geg: wenn sich ein Körper in einer Ellipse, oder Parabel, oder Hyperbel um einen fixen Brennpunkt bewegt, und kein Hinderniß vorsetzt in gleichen Zeiten gleiche Räume um diesen Brennpunkt des Umrufs, so steht er unter der Herrschaft einer Centralkraft, welche in diesem Brennpunkt ihren Sitz hat, und welche in verkehrtem Verhältnisse mit den Quadraten der Entfernung abnimmt."

aa) „Sind mehrere nicht kreisförmige Bewegungen gegeben, die von einer und derselben Centralkraft abhängen, so ordnet die Vertheilung dieser Bewegungen unter einander das Gesetz der Centralkraft auf einem andern Wege. Es bewies Newton den allgemeinen Satz: wenn sich zwei Körper elliptisch um einen gemeinsamen Brennpunkt bewegen, und es verhalten sich die Quadrate jener ihrer Umlaufzeiten, wie die Würfel ihrer halben großen Achsen, so steht die Centralkraft im verkehrten Verhältnisse mit den Quadraten der Entfernung. Kepler oder hätte der ihm gefunden, daß die Bewegung jeder zwei Hauptplaneten, behielten die Vertheilung jeder zwei Nebenplaneten, unter sich verhalten, unter dem sechsten Gesetze stehen. Also sollte das Gesetz der Newtonschen Organisation, das schon die Betrachtung jeder einzelnen Bahn darthut, auch aus der Vergleichung jeder zwei Planetenbahnen."

a) „Eine vollständige Theorie der Centralkräfte hat wesentlich zwei Hauptprobleme aufzulösen: a) wenn die Bewegung (d. i. d. Zeit der Dauer, Periheliondistanz in jedem Punkte u. s. w.) gegeben ist, das Gesetz der Centralkraft zu finden: b) umgekehrt, wenn das Gesetz der Centralkraft gegeben ist, alle Umstände der Bewegung zu finden. Zwei mal hat man das directe, jedes das indirecte Problem der Centralkräfte. Der Grund dieser Bestimmungen liegt in dem Satze, den der menschliche Geist bei diesen Untersuchungen gewonnen hat, und anzuwenden mußte. Im Himmel liegen Bewegungen vor ihm, welche den Fixsternen Beobachtern doch vertheilt waren. Copernicus und Kepler hatten die Umstände dieser Bewegungen auf, und Newton fand dazu das Gesetz der Kraft. Dieß war der directe Gang, und wird immer und einzig der directe (und einzig richtige) Gang in der Naturlehre bleiben. Erst mußten die Erscheinungen auf deutliche Begriffe gebracht, und dann die Kräfte beschrieben werden. Nach Newton wurde erst das indirecte viel schwierigere Problem, und besonders von Johann Bernoulli in der größten Allgemeinheit aufgelöst."

Für das weitere Studium dieser Lehre von der Centralbewegung und ihrer Anwendung sind zu empfehlen: Christ. Hugenus de vi centrifuga, in forma apocad. pohn. T. II. Amstel. 1708. 4. C. 107 ff. Newtons eben angef. Princip. philos. natur; Jo. Bernoulli oper., Lausanne 1742. IV. Vol. 4; S. Gravesande eben angef. elementa physica, T. I; Jo. Keilii introductio ad veram Physicam et ad veram astronomiam. Lond. 1719. 8; Jo. Besicovich de inaequalitatibus, quae Saturnus et Jupiter habent mutuo videntur inducere, Romae 1736. 8; Leon. Euleri Mechanica, Petropol. 1736. II. Vol. 4; Mathematica apocad.

tion des *decovertes de Newton*, à Paris 1728, 4. et *les Caille* *Leçons d'Astronomie*, à Paris 1761, 8. und besonders *l'abbé de* *l'Anfangsgründe der höhern Mathematik, oder der mathematischen* *Anfangsgründe* 11. Th. 1. Abth.

**Allgemeine Anmerkung des Herausgebers der fünften Auflage**  
dieses Lehrbuchs über die folgenden Paragraphen.

„Ja der vorstehende ist, bei der Lesart geriet, was zunächst aus dem Schutrumatomen, also Newton's ersten Satze folgt. Die folgenden (s. oben nämlich Newton's zweites und drittes Gesetz) erweist es, aber der mathematische Gang, welchen der Verfasser gewählt hat, kann bloß dienen, diese Dinge zu erklären. Jedem kurze Darstellung mag dem Leser zur Erläuterung der Verknüpfung dienen.“

- 1) „Eine Kraft kann nicht anders, als durch ihre Wirkung erkannt werden. Die Ursache einer bewegenden Kraft ist nicht als Bewegung, um jene zu wissen, müssen wir also ein Mittel zur Bestimmung suchen.“
- 2) „Von gleicher Beschleunigung haben zwei Körper Masse an sich, dessen so viel Bewegung, als ein Körper: folglich verhält sich die gleiche Beschleunigung die Größe der Bewegung gerade wie die Masse. Ein Körper Masse hat somit den bewegenden Beschleunigungswert so viel Bewegung, als ein Körper der anderen Beschleunigungswert: also verhält sich die gleiche Größe der Bewegung gerade wie die Geschwindigkeit. Aus beiden folgt, daß sich die Größe der Bewegung allgemein wie das Produkt der Masse und Beschleunigung verhält.“
- 3) „Auf 1. und 2. folgt, daß eben dieses Produkt der Masse und Beschleunigung die Ursache der bewegenden Kraft ist. (Newton's zweites Gesetz.)“
- 4) „Wenn eine Masse A auf eine andere B bewegend wirkt, so wird ein Theil ihrer bewegenden Kraft auf diese Wirkung verwendet. Dieser Theil geht also an ihrer eigenen Bewegung. So viel sie der Masse B Bewegung gegeben hat, so viel verliert sie an ihrer eigenen Bewegung. Da nun sowohl Verlust als Gewinn an Bewegung als Wirkung einer bewegenden Kraft betrachtet werden kann, so ist es völlig einleuchtend, ob man A als die Ursache des Verlusts von B, oder B als die Ursache des Verlusts von A ansehen will. Und da Gewinn und Verlust gleich ist, so ist auch die bewegende Kraft, die beides bewirkt hat, gleich. Folglich ist bei jeder Mittheilung von Bewegung, Wirkung und Gegenwirkung gleich. (Newton's drittes Gesetz.)“
- 5) „Mittheilung der Bewegung erfolgt nie unvollständig, sondern stets innerhalb eines bestimmten Zeitraums oder einer bestimmten Zeitdauer. Unter diesen Erscheinungen, welche oben bei Betrachtung der ungetriebenen Bewegung in betrachteten Fällen bereits vorkam, erinnern wir nur an folgende zwei. 1) Man bausse einen langen Faden mit dem einen Ende in zwei einander gegenüberstehenden Punkten, über denen die Mitte des Fadens einen Punkt bildet; der Faden wird so gebogen, ohne daß die Mitte weichen; offenbar, weil der Faden nicht eher gebogen, bevor er

Bewegung ist zu dem Maasse sich fortzusetzen vermög. 2) Man würde sich denken, Wasser mit sehr weichen Erde zusammen zu haben, soviel als flüssige Masse, ohne damit zu überfließen zu können, und welche man eben, außerhalb des Wassers den Eindruck das Wasser wird nicht zu der Seite werden. Aber natürlich von Bewegung des Wassers herabzufließen, sondern nicht zu sein, weil das Wasser nicht die Oberfläche des Wassers überfließen kann, das das Glas zerbricht.

§ 102. Wenn die Materie von einer streng wirkenden, entgegenstehenden Kraft getrieben wird, so wird sie dadurch in eine Richtung, die nicht mit der ursprünglichen Richtung der Kraft zusammenfällt, widerstehen, und folglich die wirkliche Bewegung angewandte Kraft vermindern.

§ 103. Wenn also eine Kraft in eine Materie nach einer Richtung wirkt, die nicht mit der Richtung der der Materie entgegenstehenden strengen Kraft übereinstimmt, so wird sie notwendig eine Veränderung erleiden, die nach der Größe des Widerstandes in einer völligen Aufhebung der Bewegung (nach §. 83.) oder in einer Verminderung der Beschleunigung (nach §. 84.) bestehen wird. Simultane Form muß aber auch die Beschleunigung der Kraft, welche in Materie inhärent, durch die Anwendung der Kraft, die sie nach einer andern Richtung in Bewegung zu setzen strebt, ebenfalls so viel verlieren, als diese letztere beträgt. Gegenstand Widerstande und gleicher wirkenden Kraft wird die wechselseitige Verminderung nach Maßgabe der Größe des Widerstands Statt finden, welche die Richtung der Kraft, die die Bewegung hervorzubringen strebt, und diejenige mit einander machen, die der Materie ursprünglich inhärent (nach §. 89.)

Erklärung durch Beispiele, die an einem Ende über eine Kraft per se (nach §. 89.)

§ 104. Diese wechselseitige Verminderung der Kraft und Gegenkraft nennt man Gegenwirkung (Reactio); und es ist aus dem Gefagten klar, daß Kraft und Gegenkraft sich immer gleich seyn müssen. Die zur Bewegung der widerstehenden Materie angewandte Kraft kann nämlich nur in so fern vermindert werden, in wie fern sie



zu werden Veränderung ihres Zustandes eine doppelte so große Kraft erfordern, als die einfache Masse.

§ 126. Widerstehende Masse ist also die Quantität des Verwaltlichen eines bestimmten Raums, das durch eine in ihm wohnende fließende Kraft zu einer Bewegung setzbar wird, und daher in jeder andern Richtung, die ihm entgegen zu sein soll, und welche von der Richtung der wirkenden Kraft verschieden ist, widersteht. Das Verwaltliche aus der in ihm wohnenden beschleunigenden Kraft in der Richtung des Bewegtlichen heist die bewegende Kraft, wie oben (§. 125.) angeführt worden ist.

§ 127. Wenn zwei Körper von gleicher widerstehender Masse nach einerley Richtung<sup>\*)</sup> bewegt werden sollen, so wirken sie nach der Weise einesley Maas der Kraft, und nur einerley Geschwindigkeit zu bewegen. Ungleiche widerstehende Massen erfordern ohne Zweifel ein ungleiches Maas der Kraft, um gleiche Geschwindigkeit dadurch zu setzen: so setzt auch wol ungleiche Geschwindigkeit gleicher widerstehender Massen ein ungleiches Maas der Kraft voraus. Eben so leisten auch bewegte Körper von gleichen widerstehenden Massen und ungleicher Geschwindigkeit, oder auch von gleicher Geschwindigkeit und ungleichen Massen, ungleichen Widerstand.

<sup>\*)</sup> Ich sage, wenn die Bewegung nach einerley Richtung geschieht, weil eine verschiedene Richtung nicht mit derselben Richtung, wenn die die der widerstehenden Masse den vordrängenden Kraft entgegen ist, einen verschiedenen Winkel machen, und daher auch, wie aus der Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte (§. 90.) bekannt ist, die Zusammensetzung der Kraft verändere sich nach dem Winkel, unter dem die Massen die Bewegung gleich gleich setzen.

Die Einwirkung einer beschleunigenden beschleunigenden Kraft in der Zeit und dem verhalten §. 128. Hier verhält sich, und ist der Maas der Kraft, der Zeit, nicht gleich, welche verhält sich, den Verhältnissen der Betrachtung so ist es, und die Einwirkung einer Kraft so lange zu verweilen, bis man das Ende der Zeit erreicht hat. Betrachtet man den Körper als ein bloß behaltene Masse, so ist die Einwirkung, nach einerley Richtung, eine Verhältnissen. Was erst zu wird, zum Teil zu Teil so verhält sich dann eine beschleunigende Kraft verhält, ergibt sich aus dem §. 128. von der Zusammensetzung der Bewegung. B.



§. 108. Die Größe der Bewegung (*Quantitas motus*) der Körper von widerstehender Masse hängt folchergegestalt von ihrer Masse und ihrer Geschwindigkeit ab, und sie muß aus beidem ermessen werden. Es folgt aus dem Vorigen:

- 1) Die Größe der Bewegung zweier Körper verhält sich wie die Massen derselben, wenn die Geschwindigkeit gleich ist.
- 2) Die Größe der Bewegung verhält sich wie die Geschwindigkeiten, wenn die Massen gleich sind.
- 3) Ueberhaupt verhält sich die Größe der Bewegung wie die Producte der Masse in die Geschwindigkeit.
- 4) Die Größen zweier Bewegungen sind einander gleich, wenn die Massen sich umgekehrt verhalten wie ihre Geschwindigkeiten.

Wenn wir die Größen der Bewegung zweier Körper  $Q, q$ , ihre respectiven Geschwindigkeiten  $C, c$ , und ihre widerstehenden Massen  $M, m$ , nennen, so ist

nach 1), wenn  $C = c$ ,  $Q : q = M : m$ ,

nach 2), wenn  $M = m$ ,  $Q : q = C : c$ .

Nehmen wir nun noch einen dritten Körper, dessen Geschwindigkeit  $= C$ , dessen Masse  $= m$ , und dessen Größe der Bewegung  $z$  heißt, so ist

für den ersten und dritten nach 1),  $Q : z = M : m$ ,

für den dritten und zweiten nach 2),  $z : q = C : c$ ,

folglich für den ersten und zweiten  $Q : q = M : m$ .  
 Ferner ist  $Q = q$ , wenn  $C : m = c : M$ .

## Zweites Hauptstück.

### Von den Grundstoffen und Formen der Körper und ihrer Cohärenz.

#### Grundstoffe der Körper.

##### §. 109.

Wir nennen die Masse eines Körpers gleichartig, wenn alle durch Zerstückung oder durch chemische Theilung desselben darzustellende Theile einerley Natur mit dem Ganzen



haben, wovon sie genommen sind, und sich also nur in der Größe von ihm unterscheiden; widrigenfalls heißt sie ungleichartig.

Der eben gleichartigen Masse am Wasser, von ungleichartigen am Glas.

§ 110. Aber die Erfahrung lehrt, daß auch solche Körper, deren Masse sich durchaus gleichartig zeigt, aus sehr ungleichartigen Theilen in mannigfaltigen Verhältnissen zusammengeſetzt ſind, die wir durch Hülfe der Kunst voneinander trennen können.

§ 111. Diese Trennung einer gleichartig erscheinenden Masse in ungleichartige Theile (*Partes dissimilares*) heißt chemische Theilung, und wir unterscheiden sie in der physischen oder mechanischen, die uns gleichartige Theile (*Partes similes*) liefert.

§ 112. Die gleichartigen Theile der Masse heißen Grundmassen; sie sind dem Ganzen ähnlich, wovon sie herrühren, und nur in der Größe, nicht in ihrer Natur, von demselben verschieden. Die ungleichartigen Theile hingegen, die man auch Grundstoffe, Bestandtheile (*Partes constituentes*) nennt, sind weder dem Ganzen, wovon sie herrühren, noch sich unter einander in ihrer Natur ähnlich; sie machen aber in der gehörigen Verbindung und im gehörigen Verhältnisse zusammen das ungleichartig erscheinende Ganze aus.

Erkenntnis durch Versuche an atmosphärischer Luft, am Glase, am Jindocer, am Waſſer.

§ 113. Wenn ungleichartige Theile so verbunden sind, daß die Masse, die sie zusammen ausmachen, in ihren künftigen Theilen sich den Sinnen gleichartig zeigt, so heißt die Materie, die sie bilden, gemischt; widrigen Falls ist sie nur daraus gemengt: ein Unterschied, der wohl zu merken ist.

Die Frage: wie und in welchen Verhältnissen sich jede einzelne, ungleichartige Materie mit den übrigen mischt, und in welche Eigenschaften die bekannten natürlichen oder künstlichen Gemische setzen werden können, beantwortet die Chemie (s. Wissenschaft und Geschichte).

einander gleich. Denn Dreieck  $CBD =$  Dreieck  $CBB$  (weil sie gleiche Grundlinien  $CB = CB$ , und eine gemeinsame Seite  $C$ , also gleiche Höhe haben); ferner Dreieck  $CBB =$  Dreieck  $CAB$  (weil sie  $BC$  als Grundlinie annehmen haben, und zwischen Parallelen  $BC$ ,  $AD$  stehen); also auch Dreieck  $CAB =$  Dreieck  $CBD$ . Auf die nämliche Art beweist man, daß Dreieck  $ABD =$  Dreieck  $ABC$ , m. i. f. Da  $b$  gleich  $11$ ; auch  $a$  bleiben, auch wenn  $AB$ ,  $AD$ ,  $1$  &c. unendlich klein, also  $ABD$  eine Krümme  $ABD$  ist. So ist klar, daß der Radius vector jederzeit in  $a$  einen festen  $a$  oder  $1$  durchläuft, folglich die Zeit um ein Centraberechnung  $a$  nur durch den quadratischen Flächenraum, oder umgekehrt vergrößer wird.

- 2) Die Geschwindigkeit eines Körpers in jedem Punkte der Krümmen Bahn ist im umgekehrten Verhältnisse der Perpendikulare aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangente der Krümmen Linie an diesem Punkte gezogen.

Wenn die Zeiten gleich sind, so verhält sich die Geschwindigkeit wie die Radii  $AB$ ,  $BD$ ,  $DE$ , u. s. w. (S. 10), oder wie die Grundlinie der Dreiecke  $ACB$ ,  $BCD$ , u. s. w. Da nun diese Dreiecke gleichem Inhalte sind, so verhalten sich die Grundlinien wie die Höhen, oder wie die Perpendikel, aus dem Mittelpunkte der Kräfte  $C$  auf sie gezogen; folglich verhält sich auch die Geschwindigkeit so.

Weil ferner die Grundlinien derselben Dreiecke sich verhalten wie die doppelten Flächen durch dieselben, durch jene Perpendikel getheilt, so verhalten sich auch die Geschwindigkeiten gerade wie die Flächeninhalte, die in allen den Zeiten durchlaufen sind, und umgekehrt, wie jene Perpendikulare; oder wenn die Geschwindigkeit  $v$ , der Flächeninhalt  $a$ , das Perpendikel  $p$  heißt, so ist

$$v = \frac{a}{p}.$$

Wenn die Centrifugalkräfte stetig extracted werden, so verhalten sich diese (S. 10, 10.) in einer geraden vom Mittelpunkte der Kräfte  $C$  durch  $e$  gehende Linie, und  $AB$  wird die Tangente des Kreises  $BD$  in  $B$ . Nehmet man nun die  $2$   $e$   $AB$   $BD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$   $CD$   $DE$   $EF$   $FG$   $GH$   $HI$   $IK$   $KL$   $LM$   $NO$   $OP$   $QR$   $RS$   $TU$   $VW$   $XY$   $YZ$   $ZA$   $AB$   $BC$

Sectoren des Kreises, denen, wenn sie gleich sind, gleiche Pogen des Kreises zugehören. Da bei dem Kreise die Verdrehung auf der Tangente aus dem Centro dem Halbmesser oder dem Radius immer gleich ist, die Radii aber in dem Kreise sich alle gleich sind, so wird auch die Gleichmässigkeit allenthalben gleich, folglich die Bewegung gleichförmig sein.

- g) In allen Krümmungen haben dem Kreise nichts, desto mehr kommt die Bewegung der Gleichförmigkeit nahe.  
h) In allen Krümmungen haben die Geschwindigkeiten in dem dem Mittelpunkte der Kräfte oder der liegenden Stellen größtes, als in den mehr davon entfernt liegenden Stellen.

Dieser Satz folgt unmittelbar aus a.

- i) „Die Umlaufzeit (tempus periodicum) der Centralbewegung heißt die, welche der Körper braucht, die ganze Bahn zu vollenden.“  
j) „Die Umlaufzeit verhält sich zu der Zeit, die zum Durchlaufen eines Bogens verwendet wird, wie der Flächenraum der Bahn zum Flächenraume des Sectors, welchen der Radius vector beschreiben hat.“

Dieser Satz folgt aus i.

k) „Die Gestalt der Bahn kann unendlich verschieden sein. Ehen die Gleichmässigkeit und Richtung des ersten Antriebs, wodurch der Körper bestimmt wird, nicht gegen den Mittelpunkt der Centralkraft, sondern fortwärts zu gehen, ändert die ganze Gestalt der Bahn ab, noch mehr aber das Gesetz, nach welchem die Centralkraft wirkt. Im Allgemeinen kann dieses Gesetz unendlich mannigfaltig sein. Man kann sich eine Kraft denken, welche in alle Entfernungen gleich stark wirkt. Man kann sich die Kraft mit der Entfernung abnehmend denken, und also auch wieder auf unendlich mannigfaltige Art, z. B. verhält wie die Entfernung selbst, oder wie die Quadrate, oder der Würd derselben u. s. w. Endlich kann man sich auch eine Centralkraft mit der Entfernung zunehmend vorstellen, und dies auf eben so mannigfaltige Art. Kurz, im Allgemeinen läßt sich über das Gesetz der Centralkraft nichts weiter sagen, als daß sie irgend eine Function der Entfernung, d. h. nach irgend einer Regel aus der Entfernung vom Mittelpunkte bestimmbar sei. Die allgemeine Eigenschaft der Centralbewegungen ist daher nicht leicht, und setzt tiefe Kenntnisse der höhern Analysis voraus.“

- l) „Die Bewegungen aller Himmelskörper sind Centralbewegungen, und die Bahnen der Planeten sind nicht sehr von der Kreisgestalt abweichend. Ueberdies kann man bei manchen Betrachtungen statt einer anders gekrümmten Bahn eine kreisförmige substituieren, indem man um den Mittelpunkt der Kräfte einen Kreis beschreibt, der mit der wirklichen Bahn gleiche Fläche habe, und in dessen Peripherie sich der Körper mit einer gewissen mittleren Geschwindigkeit so bewege, daß die Umlaufzeit der Umlaufzeit in der wirklichen Bahn gleich werde. Es ist daher möglich, wenn die Theorie centraler Kreisbewegungen kennen zu lernen, welche sich auf diese Elementarfrage zurückführen läßt.“

- 10) „Die Umlaufzeiten jeder zwei kreisförmigen Centralbewegungen verhalten sich wie die Halbmesser, dividirt durch die Geschwindigkeiten.“

„Die Periode des einen Kreises sey  $P$ , des andern  $P'$ , die Geschwindigkeit  $V$ , und die Umlaufzeit  $T$ : so ist nach dem Gesetze der gleichförmigen Bewegung  $T = \frac{P}{V}$ . Wenn  $p, v, t$  für eine andere Kreisbewegung eben das bedeuten, so ist eben so  $t = \frac{p}{v}$ . Folglich ist  $T:t = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$ . Sind aber  $D$  und  $d$  die Halbmesser beider Kreise, so ist  $P:p = D:d$ : folglich auch  $T:t = T:t = \frac{D}{V} : \frac{d}{v}$ .“

- 11) „Unter eben den Voraussetzungen verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Halbmesser, dividirt durch die Umlaufzeiten, und die Halbmesser verhalten sich, wie die Geschwindigkeiten, multiplicirt mit den Umlaufzeiten.“

„Aus  $T:t = \frac{D}{V} : \frac{d}{v}$  folgt, wenn man das erste und dritte Glied mit  $T$ , das zweite und vierte mit  $t$  dividirt,  $1:t = \frac{D}{Vt} : \frac{d}{vt}$ : also  $\frac{D}{Vt} : \frac{d}{vt}$ , woraus sich beide Proportionen ohne Schwierigkeit ableiten lassen.

- 12) „Die Centralkraft eines Körpers bey der Bewegung im Kreise ist gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Durchmesser des Kreises.“

„In der Periode des Kreises  $ABE$  (Fig. 15), dessen Halbmesser  $= D$ , bewegt sich ein Körper durch eine gegen den Mittelpunkt  $C$  wirkende Centralkraft, mit der Geschwindigkeit  $V$ . Die Größe der Centralkraft in der Periode heist  $P$ , so ist zu beweisen, daß  $P = \frac{VV}{2D}$ .“

„Zertheile  $Ab$  in ein unendlich kleines Bogen, der folglich in einer unendlich kleinen Zeit  $t = \frac{\alpha}{V}$  (Nr. 9. vergl. mit §. 75.) zurückgelegt wird.

Man ziehe von  $A$  den Durchmesser  $ACE$ , ferner die Senkrechte auf  $AE$ , und verbinde das Parallelogramm  $ABba$ : so ist  $AB$  der Weg, den der Körper durch die bloße Tangentialkraft, und  $Aa$  der Weg, den er durch die bloße Centralkraft in der Zeit  $t$  zurücklegen würde. Die letztere ist eine stetig wirkende, also beschleunigende Kraft: und in der unendlich kleinen Zeit  $t$  kann sie als gleichförmig beschleunigend angesehen werden (Satz 1. 3a.). Daher ist (nach dem eben angeführten §.) die wirkliche Kraft  $P$  gleich dem Wege, dividirt durch das Quadrat der Zeit.

1.  $P = \frac{Aa}{a^2} = \frac{Aa \cdot VV}{ax}$ . Da nun ein unendlich kleiner Bogen  $ax$  auch der Sehne nicht verschieden ist, so ist  $Aa$  nach einem der Lemmen proportional der Distanz die mittlere Proportionale zwischen  $A$  und  $AE$ , also  $Aa = \frac{AB^2}{AE} = \frac{a^2}{2U}$ . Substituiert man dieses in dem obigen Ausdrucke für  $P$ , so erhält man  $P = \frac{VV}{2U}$ .

2. Wenn zwei Körper in Kreisen von verschiedenen Durchmesser die Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Centralkräfte, wie die Halbmesser der Kreise."

„Im Kreise  $ABCE$  (Fig. 14.) bewege sich ein Körper mit der Geschwindigkeit  $V$ , so ist seine beschleunigende Kraft  $P = \frac{VV}{2AC}$  (12);

bewegt sich ein anderer Körper in dem Kreise  $agfe$  mit der Geschwindigkeit  $v$ , so ist seine beschleunigende Kraft  $p = \frac{vv}{2ac}$ ; also

weil  $P:p = \frac{VV}{2AC} : \frac{vv}{2ac}$ . Ebenso aber die Umlaufzeiten

zu sehen, so müssen sich die Geschwindigkeiten  $V$  und  $v$  wie die Durchmesser, also auch wie die Halbmesser verhalten. Statt des Verhältnisses  $V:v$  lässt man also auch  $AC:ac$  setzen: denn ist

$$P:p = \frac{AC^2}{AC} : \frac{ac^2}{ac} = AC:ac$$

3. Wenn sich zwei Körper in ungleichen Geschwindigkeiten in gleichen Kreisen bewegen, so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten."

„Zu beiden Geschwindigkeiten  $V$  und  $v$ , die sich zum Radius verhalten  $P$  und  $p$ , der Halbmesser beider Kreise  $U$ , so ist nach

$$1) P = \frac{VV}{2U}, \text{ und } p = \frac{vv}{2U}; \text{ also } P:p = \frac{VV}{2U} : \frac{vv}{2U} = V^2:v^2."$$

4. Wenn zwei Körper in ungleichen Kreisen mit gleicher Geschwindigkeit bewegt werden (also auch gleiche Umlaufzeiten haben), so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte umgekehrt wie die Halbmesser der Kreise."

„Die Halbmesser der Kreise setzen  $U$  und  $u$ , die beschleunigenden Kräfte  $P$  und  $p$ , die für beide gleiche Geschwindigkeit  $V$ ; so ist

$$\text{nach 1. 12. } P:p = \frac{VV}{2U} : \frac{VV}{2u} = \frac{1}{U} : \frac{1}{u} = u:U."$$

5. Wenn sich zwei Körper in ungleichen Kreisen bewegen, und die erste Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Centralkräfte wie die Halbmesser, dividirt durch die Quadrate der Umlaufzeiten."

§ 123. *Feste oder harte Körper* (§. 122.) sind solche, welche vermöge der größern Intensität der in ihnen Grundmassen wirksamen Anziehungs- oder Cohäsionskraft einen wirklichen und beträchtlichen Widerstand bey der Verschiebung ihrer Theile an einander leisten. Aber die Stärke des Zusammenhanges der Theile und der Flächen der Grundmassen ist von mannigfaltigen Abstufungen bey den verschiedenen festen Körpern; und es gründen sich darauf besondere Unterabtheilungen derselben, die aber so wenig durch bestimmte Gränzlinien von einander abgesondert sind, daß die verschiedenen Arten, die dadurch unterschieden werden sollen, vielmehr ganz unmerklich in einander übergehen.

§. 124. So unterscheiden wir harte Körper (*Corpora dura*), von weichen (*Corpora molia*) durch die Verschiedenheit der Größe des Widerstandes bey der Verschiebung und Trennung der Theile. Wir finden hier unzählige Abstufungen, und es läßt sich keine bestimmte Gränzlinie zwischen beyden ziehen.

§. 125. Solche feste Körper, deren Theile sich durch eine äußere Gewalt merklich verschieben lassen, ohne ihren Zusammenhang dadurch ganz zu verlieren, heißen zähe, dahnbar; *si rectilinea* (*ductilia*); sie sind hingegen spröde (*fragilia*), wenn die Theile nicht an einander verschoben werden können, ohne zu reissen, oder ihren Zusammenhang zu verlieren. Auch von diesen Arten des Zusammenhanges laufen die Ordnungen wieder sehr in einander. „Während im Flüssigen kein Widerstand gegen das Verschieben statt findet, indem jeder Punkt nach allen Richtungen mit derselben Gewalt anzugeworben secht, mit welcher er nach irgendwoher gedrückt wurde, und während im Tropfbarflüssigen alle denkbaren Theile (Punkte) in gleicher Beziehung beharren und im Ausdehnungsflüssigen alle denkbaren Theile in gleicher Beziehung bequamen sind (oder während im Tropfbarflüssigen nach allen Richtungen ein gleichartiger Zug

stehen habe. Doch fand er auch solche problematische Stellen er zeigte, daß doch die einzige Vorbedingung der beobachteten Gesetze liege. Newton bemerkt, daß wenn sich ein Körper in einer Ellipse, oder Parabel, oder in einem seiner Transversale bewegt, und sein Radius gleich jedem gleiche Räume um diesen Brennpunkt des Orbs er unter der Herrschaft einer Centralkraft, welche umgekehrt ihrem Eig. ist, und welche in verkehrtem mit dem Quadraten der Entfernung abnimmt."

Wenn nicht verschiedene Bewegungen gegeben, die von derselben Centralkraft abhängen, so giebt die Vergleichung Bewegung unter einander das Gesetz der Centralkraft, andern Wege. Es beweist Newton dem allgemeinen in sich zwei Körper einseitig um einen gemeinsamen Brennpunkt, und es verhalten sich die Quadratsablen ihrer um, was die Wärdet ihrer beiden großen Halben, so steht fast im verkehrten Verhältnisse mit dem Quadraten der

Kepler aber hatte vor ihm gefunden, daß die Bewegungen zweier Hauptplaneten, derelben die Bewegung jeder Planeten, unter sich vergleichen, unter dem Gesetze, da der Mittel sollte das Gesetz der Newtonschen Gravitation, in Betrachtung jeder einzelnen Bahn dabei, auch auf zwei jeder zwei Planetenbahnen."

Wichtige Theorie der Centralkräfte hat sich nicht zwei zum aufzuweisen: a) wenn die Bewegung (d. i. Periode) gleichmässigkeit in jedem Punkte u. i. m.) gegeben ist, der Centralkraft zu finden; b) umgekehrt, wenn das Centralkraft gegeben ist, alle Umstände der Bewegung. James nennt man das directe, dieses das indirecte Problem der Centralkräfte. Der Grund dieser Bemerkungen liegt in, den der menschliche Geist bey diesen Naturerscheinungen hat, und nehmen wollte. Im Himmel liegen Bewegungen, welche den irdischen Beobachtern nicht vollständig war erkennen und Kepler hätten die Ansätze dieser Bewegungen und Newton fand dazu das Gesetz der Kraft. Doch war dann, und wird immer und ewig der direct (und einzig) weg in der Naturlehre bleiben. Erst müssen die Erscheinungen deutliche Begriffe gebracht, und dann die Gesetze derselben sein. Nach Newton wurde erst das indirecte viel schwieriger, und besonders von Johann Bernoulli in der größten Einfachheit aufgelöst.

Es mehrere Studium dieser Lehre von der Centralbewegung u. Anwendung sind zu empfehlen: Christoph Wenzel de vi ignis, in scriptis opuscul. posth. T. II. Amsterdam 1728. 4. ff.; Newton oben angef. Princip. philos. natur; Jo. II oper., Louvain 1742. IV. Vol. 4.; S. Gravesande opus. elementa physices, T. I.; Jo. Keilii introductio in Physicam et ad veram astronomiam. Lond. 1719. 8.; rousch de inaequalitatibus, quas Saturnus et Jupiter tunc videntur inducere, Romae 1756. 8.; Leon. Niderlun, Patrolog. 1756. II. Vol. 4.; Moleswurms capod.



kraft die behavende Kraft nachläßt, die frenlich, um die Arümennagen zu beben, den Arm an andern Stellen zusammenzudrücken mußte. Hierin laßt sich auf die Federkraft einer Kugel von Kienstein und dergl. der Schluß leicht machen, den denen es leichter schenken konnte, als ob sie eine expandirende Kraft eintat befüßen, da der Grund der Erden nunmoch auch nur, wie bei der Stadefeder, in der Wiederausammenziehung ordneter Theile liegt. Laßt man eine eisenbeinernen Nadel an einem Faden auf eine mit Fett bestrichene polierte Steinplatte fallen, so schnell sie sich frenlich zurück, sie bracht auf dem Rette einen schmerzhaften Fled ein, und gewalt also dadurch eine wahre Zusammenzudrücken, die sie durch die Gewalt des Hauch an der berührten Stelle erlitt. Aber man erinnere sich nur an den Klang, und man wird einsehen, daß die Theile der eisenbeinernen Nadel am Rande der plattgeschliffenen Stelle gekrümmt wurden, folg ich sich wieder zusammenzudrücken, wie der Druck nachließ, und daß sie dadurch die einwärtsdrückten Theile erhoben.

Durch diese Resonanz wird es also möglich, daß die Kraft der Erdbewegung Bewegung hervorbringen, oder zu einer bedeutenden Kraft werden kann.

„In der Mechanik benutzt man die Elasticität, 3. B. der Dampfkraft bei dem Dampfmaschinen, und die Federkraft, 3. B. der durch das Aufziehen gespannten und zerrißten Feder der Zeitrechnung und Maschinen (im letzteren Fall das Federwerk der Uhr) in Bewegung zu setzen.“

§. 127. Die Federkraft oder Contractilität zeigt sich, so wie die übrigen Arten der Cohäsion, bei den mannichlichen Körpern in einem sehr verschiedenen Grade. Aber es ist wol kein fester Körper, dem die Federkraft gänzlich mangelt. Uebrigens lehrt die Art und Weise, wie sich dieses Vermögen zeigt (§. 126.), daß zu der Aeußerung desselben Dehnbarkeit im gewissen Grade gehöre, ohne welche sonst die gespannten Theile in ihrem Zusammenhange ganz aufgehoben werden und reißen würden. Daher läßt es sich erklären, warum die Federkraft verschiedener Körper durch lange anhaltende Spannung oder Dehnung merklich (d. h. mehr oder weniger) wird, und warum sie zunimmt, wenn die Stärke des Zusammenhanges durch Vermehrung der Dichtigkeit wächst.

Beispiele von Vermehrung der Federkraft durch Zunahme der Dichtigkeit sehen wir an geschlagenem Metalle, das Harten des Stahls, an Holzwerkstoffen, die Blausäure.

„Von welcher Natur die auf solche alle Dehnung aufsteht, werden wir weiter untersuchen. 3. B. Gerade so (sich) zeigt, daß sie durch einen heftigen Stoß zerreißen und daher zu Wasser zerfallen.“



erwies sich in den Flüssen sich festungsfähig verhalten, so dass auch einem kleinen Fließstrome mit einem andern Ende in einem kleinen Becken das Wasser, oder damit der Fluss abfließen zu können, und breitet man sich, unterhalb des Wassers ein Loch, das Wasser wird nicht so sehr wider, aber nur durch den Widerstand des Wassers herauszuweisen, sondern man hat ihm in einem Becken einen die Wasseroberfläche den Stoff fortzuführen, so der Fluss gerichtet.

102. Wenn die Materie von einer stetig wirkenden Kraft getrieben wird, so wird sie dadurch in eine Richtung, die nicht mit der ursprünglichen Richtung der Kraft zusammenfällt, widerstehen, und folglich die Bewegung angewandte Kraft vermindern.

103. Wenn also eine Kraft in eine Materie nach einer Richtung wirkt, die nicht mit der Richtung der der Materie bewirkenden stetigen Kraft übereinstimmt, so wird notwendig eine Veränderung eintreten, die nach der Richtung des Widerstandes in einer völligen Aufhebung der Bewegung (nach §. 83.) oder in einer Verminderung der Geschwindigkeit (nach §. 84.) bestehen wird. Hinzu kommt aber auch die Beschleunigung der Kraft, welche die Materie inhärent, durch die Anwendung der Kraft, die in einer andern Richtung in Bewegung zu setzen strebt, so viel verlieren, als diese letztere beiträgt. Wenn ein Widerstande und gleicher wirkenden Kraft wird eine zeitliche Verminderung nach Maßgabe der Größe des Widerstandes eintreten, welche die Richtung der Kraft, die Bewegung hervorzubringen strebt, und diejenige mit der Materie inhärent, die der Materie ursprünglich inhärent (§. 83.)

104. Diese wechselseitige Verminderung der Kraft gegenkraft nennt man Gegenwirkung (Resist.); es ist aus dem Gesagten klar, daß Kraft und Gegenkraft sich immer gleich seyn müssen. Die zur Bewegung der widerstehenden Materie angewandte Kraft kann nur in so fern vermindert werden, in wie fern sie

Widerstand findet; und sie kann diese mit keiner größern Geschwindigkeit bewegen, als welche nach Ueberwindung des Widerstandes übrig bleibt, nicht mit ihrer ursprünglichen. Es fließt von selbst aus dem Gesetze der Gegenwirkung, daß die Anwendung der Kraft auf einen Gegenstand am größten ist, wenn dieser vollkommen widersteht; daß ohne Widerstand keine Anwendung, d. h., keine Verminderung der Kraft möglich ist, und daß kein Körper in Bewegung gesetzt werden kann, wenn die bewegende Kraft und der Widerstand ursprünglich in ihm selbst sind.

Wenn ein Pferd eine Kraft hat, die 10 Centner Last zu überwinden vermögend wäre, und es soll einen Stein, der durch eine ihm vorhandene Kraft, nicht durch die der Incoercation, nach dem Willenwille der Erde zu sich zieht wird, und dessen bewegende Kraft einen Druck von 8 Centnern hervorbringt, nach einer Last der 10 Centner zu bewegen bestrebt seyn, als die hervorkommt, so wird es in Bewegung kommen; so wird es dazu weniger als 10 Centner Kraft erforderen können, nicht mehr; denn wenn es 10 Centner unter 10 Centnern setzt, wenn es sich bei actio corporis 10 Centner thut.

„Nicht des Dampfes ein in einem kleinen Schiffe bezieht in dem Dampfdruck (A von A), kann das Schiff den Widerstand zu meistern, wenn der Dampf in der That die Kraft an sich hat, die es überwinden kann, wenn man auf den Boden ein bestimmtes Gewicht so aufhängt, daß es den Dampf, und mit ihm diesen Sieg aufträgt, und dann Widerstand und Bewegung zugleich in der selben Linie, auf dem Schiffe, vorant sind.“

§. 109. Wenn nun die Materie selbst durch eine stetige Kraft selbst in Bewegung gesetzt wird, die sie ursprünglich in Bewegung zu versetzen strebt, und die ihr folglich Widerstand ertheilt, so wird bey Betrachtung der Größe der Bewegung solcher Materie nicht bloß die Geschwindigkeit, sondern auch die Masse in Anschlag gebracht werden müssen, auf deren Theile die stetige Kraft gleichförmig wirkt. Wenn nämlich jeder Theil der Materie von der stetigen Kraft afficirt wird, so wird bey gleichrer Beschleunigung dieser Kraft der Widerstand um desto größer seyn, je größer die Quantität der Substanz, d. h., je größer die Masse ist, die von dieser Kraft afficirt wird. Denn doppelt so viel widerstehende Materie enthält doppelt so viel Kraft zum Widerstande, und wird also auch

zur

## Grundstoffe und Formen des Körpers u. ihre Cohärenz. 77

Wohl im Großen geben Hölzer Versuche mit Holz (Expériences sur la force des bois; in den *Mém. de l'Acad. 1767, des Jc. 1760. S. 155.* und 1761. S. 292.)

„Lavoisier (Parcours des armes à feu) schlägt zur Bestimmung der Cohärenz der Körper vor: folche, kräftigster, schwere und harte Körper (deren Härte, Gewichtigkeit u. als bekannt angenommen wird) von bestimmter Höhe senkrecht gegen die Luftwaage auf zu setzen, in Flach oder Plattenform gebracht, hinsichtlich der Cohärenz zu prüfenden Körper setzen zu lassen, (etwa in einer dem Falle half oder der Gravitation ähnlichen Vorrichtung) und aus der Größe der Vertiefung oder Zerrung, auf die Größe des Zusammenhangs zu schließen. Ein Beispiel großer Cohärenz gewähren die (metallenen) Klätter, welche, ohne gedrückt zu werden, dazu dienen, dem großen Bruchstein von vier Millionen Pfund zum Fußgestell der Kaiserin Petras des I. in St. Petersburg herbeizuführen — Nach den Untersuchungen zufolge scheinen die stochiometrischen Werthe d. i. die Eigenschaft der chemischen Pflanzkraft oder der Mischungswerte der Grundstoffe im geraden Verhältnisse mit ihrer „Dichtigkeit“ und im umgekehrten mit ihrer „Cohärenz“ zu stehen. Noch haben zwei dieser Werthe, z. B. der stochiometrische und die Dichtigkeit bekannt, so läßt sich die unbekannte Größe des dritten? der Cohärenz bestimmen, wie folgendes Beispiel zeigt: der stochiometrische Werth (oder die Mischungszahl) des Zinns ist 2.5, die Dichtigkeit = 7.7783, mithin die Cohärenz =  $\frac{7.7783}{2.5} = 3.11132$

vergl. m. Vergl. Uebers. d. Systems der Chemie. S. 27. Nr.“

Der Herr Graf von Sickingen Versuche mit Metallen (Versuche über die Placitas, Mannheim 1760. 8.) geben andere Resultate, als im Mischungswerte, indem er auch auf gleiche Längen Rücksicht nahm. Er ließ aus einem Metalle Dreiecke machen 4.5 Lin. (paris.) im Durchmesser, und 3 Fuß Länge, und so fort:

Gold	von 16 fl. 6 Unz.	451 Gr. (franz. Gew.)
Silber	„ 20 „ 11 „ 1 Qu.	451 „
Platin	„ 28 „ 7 „ 5 „	„
Kupfer	„ 55 „ 7 „	64 „
Eisen	„ 60 „ 10 „	8 „

Hierauf folgt also die Festigkeit der angeführten Metalle so auf einander, wie sie selbst hier noch einander stehen, da hingegen nach Lavoisier sie so folgen würden: Kupfer, Gold, Silber, Eisen.

Traité sur les Propriétés des alliages métalliques par Mr. Arhard. à Berlin 1788. 4.

Kurze Abhandlung über die Theorie der Festigkeit der Materialien von Gottl. Ludwig von Pölinig. Leipzig 1795. 8.

„Gauy schätzt die Härte einzelner Scherme nach dem Grade, mit welchem sie der Abreibung widerstehen und nicht nach der Gewalt des Stoßes. Beide sind häufig sehr verschieden. Der Diamant ist z. B. durch kein Metall abreibbar, läßt sich aber unter dem Hammer zerbrechen.“

7 Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft S. 91.

§. 129. Flüssige Körper (§. 122.) sind solche, deren Theile von jeder noch so kleinen bewegenden Kraft an einander verschoben werden können. Wir müssen noch wesentlich verschiedene Gattungen flüssiger Körper unterscheiden, nemlich liquide und expansible.

§. 130. Liquide oder tropfbar-flüssige Körper (§. 121.) zeigen sich unsern Sinnen als zusammenhängende Massen ohne Zwischeneinnahme, und nehmen der Erziehung zu Folge in kleinen Mengen eine sphärische Gestalt an, oder bilden Tropfen, sobald die wechselseitige Anziehung ihrer Theile nicht durch andere Körper gestört wird. Sie besitzen allerdings einen gewissen Grad von Coher. Stabilität, und äußern bzg. der Zusammenrückung expansive Elasticität, wie diese Versuche am Wasser gelehrt haben.

„Stehend ist in Bezug auf Tropfenströmung auch die Wärme, aus dem sie auf der Oberfläche des Baas oft entstehen. Daher ist die heisse Luft keine Tropfen, kaltes hingegen große. He.“

Nach der Elftafel des Verfassers, theoretiſch und hiſtoriſch entworfen von J. W. Zimmermann Leipzig 1779 8.

„Nach Derder's (Schwenger's R. Journ. VI. S. 317 ff.) Versuchen, sich bei Zusammenbrücken des Taal's wie die zusammendrückenden Kräfte, und Lantier's bei der gepressten Masse und Luft um 10mal zu Hon. Sep. 14. 1846 ist das Wasser durch den Druck der Luft um eine Duple seiner Dichtigkeit, deren Dichte 1000000 und 0,00010 liegt, zusammengepresst zu werden.“

§ 131. Expansiole oder ausdehnbare Flüssigkeiten (§. 122.) zeigen ganz und gar keine den Samen bemerkbare Anziehung ihrer Theile, wiewohl sie ebenfalls zusammenhängende Massen ohne alle Zwischenräume darstellen, und die anziehende Kraft ihrer Theile ist durch die stärker wirkende abstoßende Kraft derselben ganz aufgehoben. Sie müßten vermöge dieser überwiegenden expansiven Kraft nach allen Seiten hin ohne Gränzen sich ausbreiten, wenn nicht die Schwerkraft eigener Theile oder überwiegende Anziehungskraft fremder Stoffe das verhinderte, und so ihrer Expansion Gränzen setzte.

§. 132. Die ausdehnensamen Flüssigkeiten (§. 131) sind entweder an sich expansible oder durch Mischen.

haben, wovon sie genommen sind, und sich also nur in der Größe vor ihm unterscheiden; widerigensfalls heißt sie ungleichartig.

Der 3. ungleichartige Masse am Wasser, des ungleichartigen am Eisen.

§ 110. Aber die Erfahrung lehrt, daß auch solche Körper, deren Masse sich durchaus gleichartig zeigt, aus vieler ungleichartigen Theilen in mannigfaltigen Verhältnissen zusammengesetzt sind, die wir durch Hülfe der Kunst von einander trennen können.

§ 111. Diese Trennung einer gleichartig erscheinenden Masse in ungleichartige Theile (*Partes dissimilares*) heißt die chemische Theilung, und wir unterscheiden sie von der physischen oder mechanischen, die uns gleichartige Theile (*Partes similes*) liefert.

§ 112. Die gleichartigen Theile der Masse heißen die Grundmassen; sie sind dem Ganzen ähnlich, wovon sie herrühren, und nur in der Größe, nicht in ihrer Natur, von denselben verschieden. Die ungleichartigen Theile hingegen, die man auch Grundstoffe, Bestandteile (*Partes constituentes*) nennt, sind weder dem Ganzen, wovon sie herrühren, noch sich unter einander in ihrer Natur ähnlich; sie machen aber in der gehörigen Verbindung each im gehörigen Verhältnisse zusammen das uns gleichartig erscheinende Ganze aus.

Erzeugung durch Porphire an atmosphärischer Luft, am Glase, am Jaspide, am Wasser.

§ 113. Wenn ungleichartige Theile so verbunden sind, daß die Masse, die sie zusammen ausmachen, in ihrem reinsten Theilen sich den Sinnen gleichartig zeigt, so heißt die Materie, die sie bilden, gemischt; widerigensfalls ist sie nur daraus gemengt: ein Unterschied, der wohl zu merken ist.

Die Frage: wie und in welchen Verhältnissen sich jede einzelne, ungleichartige Materie mit den übrigen mische, und in welche Mischungen die bekannten natürlichen oder künstlichen Gemische zerfallen können, beantwortet die Chemie als Mischung- und Verwandlungskunst.

a) dampfförmige oder Dämpfe (Vapores). Jene behalten ihre ausdehnsame Form bey jedem Grade der Zusammendrückung, den wir anzuwenden im Stande sind, und bey jedem uns bekannten Grade der Kälte; sie behalten also in diesen Umständen Permanenz der ausgedehnten Elasticität, und ihre Zusammensetzung (§. 125) wird durch mechanische Zusammendrückung nicht aufgehoben. Diese hingegen, die dunstförmigen Flüssigkeiten, verlieren durchs Zusammenpressen, so wie durch Kälte, ihre Form der ausdehnenden Flüssigkeit; die eigenen Anziehungskräfte der Theile ihrer Basis werden nun mehr verstärkt, und diese treten zum festen oder liquiden Körper zusammen: indem sie sich von einem Antheile des Wärmestoffs trennen. Beide führen den gemeinschaftlichen Namen Gase.

§. 137. Alle tropfbar-flüssige Körper verdanken ihre Liquidität der Wärme; wird diese ihnen entzogen, so erstarrten sie.

„Wasser; B. erfährt bey einer Temperatur unter 0° C., ist tropfbar (bey dem angedeuteten Punkte) bey allen Temperaturen: zwischen 0° C. und 100° C. und bey allen Temperaturen in Dampf über. Weingeld erweicht sich bey einer Temperatur von 79° C., und fängt da an als tropfbar bey höheren Temperaturen zu erweichen, so die leichteste Materie betrachtet werden — Wasser ist nach dem oben Tropfen in mehr oder weniger kleinen Tropfen, die es bilden eine Zirkel als Ausdruck ihrer sehr kleinen und hohen in einer Zeitigung genommen werden.“

§. 138. Ohne den Druck der Atmosphäre, der die ursprünglichen Attractionskräfte der Theile verstärkt, würden sehr viele tropfbar-flüssige Körper bey dem gewöhnlichen Grade der Wärme, wo wir leben, gar nicht einmal als tropfbar-flüssige erscheinen; wir würden sie als solche gar nicht kennen, sondern sie würden durch die nun überwiegend werdenden expansiven Kräfte des mit ihnen verbundenen Wärmestoffs zu expansiblen Flüssigkeiten werden.

Obne den Druck der Atmosphäre würde das Wasser schon bey dem Schmelzpunkte die Form der elastischen Flüssigkeit annehmen, und den Zustand des Tröpfens nicht erhalten.

Versuche zur Veranschaulichung mit warmem Wasser, oder mit Jellée unter der Glocke der Luftpumpe.

nach nicht berechtigt, sie für Ursprünge zu halten; und daraus, daß sie bis jetzt unzerlegt sind, folgt nicht, daß sie an sich unzerlegbar wären, denn vielleicht erreichen wir der unsrer Sinne, noch unsere Werkzeuge je die an sich unzerlegbaren oder wahren Elemente.

§. 118. Die bey den mannigfaltigen Zergliederungen der verschiedentlichen Körper und Materien, mit welchen wir Erfahrungen hat anstellen können, angetroffenen, species verschiedenen, unzerlegten, also für uns einfachen Stoffe, deren wechselseitige Verhältnisse und Eigenschaften der Gegenstand unserer Untersuchungen in der besondern Masse seyn werden, sind folgende:

#### Unsperrbare, ausdehnsame Grundstoffe.

- |                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| 1) Lichtstoff (Lumière).   | 3) Elektrische Materie (oder Feuerstoff Electroge-<br>ne) | $\left\{ \begin{array}{l} \alpha \text{ positive oder} \\ \quad + E. \\ \beta \text{ negative oder} \\ \quad - E. \end{array} \right.$ |
| 2) Wärmestoff (Calorique). |   |  |

#### Sperrbare, ausdehnsame von unregelmäßiger Grundform.

- 4) Oxygen (Oxygène).
- 5) Hydrogen (Hydrogène)
- 6) Azot (Azote).

#### Starre, von unregelmäßiger Grundform.

- |                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| 7) Schwefel (Soufre). | 9) Phosphor (Phosphore.)     |
| 8) Selen (? Sélène).  | 10) Boron (Borakstoff Bora.) |

#### Theils ausdehnsame, theils starre, säurende und zündende (auflösende) von regelmäßiger Grundform.

- 11) Fluorin (Fluorine).
- 12) Chlorin (Halogen, Chlorine)
- 13) Jodin (Jod. Jode)

#### Brennliche, verflüchtbare, von regelmäßiger Grundform.

##### A. Leichte (Metalloide.)

- |                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 14) Kalium (Potassium)           | 20) Magnium.                          |
| 15) Lithium (? Lithium).         | 21) Glycium (Glycyum).                |
| 16) Natrium (Natronium, Sodium). | 22) Aluminium (Sapphirin, Aluminium.) |
| 17) Calcium (Calcium).           | 23) Yttrium (Yttrium).                |
| 18) Barium (Barium).             | 24) Thorium (Thorium).                |
| 19) Strontium (Strontium).       |                                       |



gegen zu sitzen, so folgt aus richtigen mechanischen Gründen, daß das Bleidgewicht dann erst entstehen könne, wenn die Masse eine Kugelgestalt angenommen hat.

Es oder selbst aus das Körner der Metalle, aus der Verfestigung des Schmelzes aus Blei.

§. 141. Auch feste Körper nehmen eine bestimmte Form an, und ihre Theile bilden Gruppen von eigenen Gestalten, sobald sie ungehindert der Bewegung folgen können, welche die Anziehungskraft in bestimmten Richtungen unter ihnen hervorbringt. Hier ist nun der merkwürdige Umstand, daß die Theile sich nicht nach allen Richtungen mit gleicher Stärke anziehen, und daß die schon gebildeten kleinern Gruppen und Grundgestalten sich in gewissen Flächen stärker anziehen, als in andern, und solchergestalt polyedrische Schida bilden, die wir Krystalle (Crysta li) nennen.

§. 142. Damit nun feste Körper Krystalle von bestimmten und regelmäßigen Formen bilden, oder sich gehörig krystallisiren, ist nöthig, 1) daß sie erst in den Zustand der Flüssigkeit gebracht werden, um Verbiebbarkeit der Theile in hohem Grade zu erhalten, und 2) daß sie allmählig und ohne Störung wieder erstarren, oder aus Flüssigkeit in Festigkeit übergehen, während welches Ueberganges aus Flüssigkeit in Festigkeit sich die Theile in bestimmten Richtungen aneinander fügen, und so Körper von bestimmten Umfassen, wenigstens von bestimmtem Gefüge, bilden.

„Nach Lamy unterscheiden wir äußere oder sekundäre und „interne“ (Kerne) oder „primäre“ Gestalten oder Grundformen, von denen die letzteren sich ableiten, und noch so veränderlichen secundären Formen, gleich bleiben, wenn die Stoffe aus ihrer Homogenität in den einzelnen Theilen der Masse nicht mehr gleich von einander abweichen. Durch wechsellöbliche Verfestigung krystallisirt man von den äußeren zu den inneren Gestalten, und häufige nennt man jedoch, indem man die Ausbuchtung entweder gleichlaufend mit den Veränderungen der Gestalt, oder nach transversalen Abständen vertheilt, auf mehrere kleine beobachtete Massen, aus denen, die von Lamy integrirende Moleküle genannt werden, und deren Gestalt entweder tetraëdrisch, oder hexaëdrisch, oder parallelepipedisch ist. Folgt dies aus Johna Handwörterb d. ed. 1811. 31. 32. mit dem Bemerkung, dass dazu können, den Unterschied der integrierenden Massen, der elementaren Bestandtheile



§. 120. Nicht immer beruht die spezifische Verschiedenheit der Körper und Materien, die wir bis jetzt kennen auf der Verschiedenheit ihrer Bestandtheile, sondern sehr oft auf dem verschiedenen Verhältniß, in welchem diese unter einander verbunden sind.

§. 121. Der Grund der wesentlichen und spezifischen Verschiedenheit der Grundstoffe unserer Sinnenwelt muß in der Verschiedenheit der Intensität der ursprünglichen Grundkräfte, die das Wesen der Materie ausmachen (§. 45), gesucht werden, vermag welcher der Grad der Dichtigkeit und der Wechselwirkung der spezifisch verschiedenen Materien ungleich ist.

Die diese Verschiedenheit in der Intensität ausmachende und absolute Grundkraft ist aber auf bloße mechanische, & mehr oder weniger chemische, Cohärenz der Körper. Man versuche einmal den Hauch zwischen Feuers, Luft und Wasser, die in ihren mechanischen Eigenschaften so verschieden, in ihren chemischen so ähnlich sind, als diesem Princip beizulegen zu können, und der Natur zu zeigen, warum sie bald unvollkommen, bald vollkommen zertheilbar, bald Salpetersäure, bald oxydirtes Eisen, bald atmosphärische Luft bilden. Aber sich ja des letzten Begriffs zu bedienen, muß stehen, daß man mit einer bloß graduellen Verschiedenheit der Grundkräfte nicht ausreicht.

Sei! damit meine Vergleichende Liebende des Systems der Natur S. 25 — 32. Z."   
 26."

### Formen der Materien.

§. 122. Von dem wechselseitigen Einflusse der ursprünglichen Grundkräfte der Anziehung und der Repulsion, und ihrer respectiven Intensität in den verschiedenlichen einfachen und zusammengesetzten Stoffen hängt besonders die Form der Aggregation oder der Zustand (vergl. §. 2.) ab, den wir an den mannigfaltigen und verschiedenen Materien wahrnehmen, und weshalb wir drei Arten von Körpern unterscheiden: 1) feste Körper (Corpora solida); 2) liquide oder tropfbarflüssige Körper (Corpora liquida); und 3) ausdehnbar, expansible oder elastisch flüssige Körper (Corpora expansibilia, Fluida elastica). Die beiden letztern begreift man unter dem Namen flüssige Körper (Corpora fluida) zusammen.

wird auch das regelmäßige Gefüge ihrer Theile bei der Trennung selbst gestört, und läßt sich eben deswegen nicht wahrnehmen. Die Kunst kann freilich der Natur in der Configuration nicht immer nachahmen, da es ihr an Mutheln fehle, viele Dinge in den dazu nöthigen Zustand der Flüssigkeit zu versetzen.

Verweise auf Krystallisation des Salpeters, Glaubersalzes und anderer Salze.

Krystallisation verschiedener Salze in einzelnen Theilen ihrer Auflösung, die nachher mikroskopisch betrachtet wurden.

Der Silberbaum oder Eisenbaum.

Der Aleybaum.

Der Zinnbaum.

de Rome Delisle Hay de Crystallographie. 2. Par. 2. 1770. 80. 8.  
Versuch einer Krystallographie von Herrn de Rome Delisle, aus dem Franz. des Ed. Ehrenfr. Wügel Breitwald 1777. 80. 8. Crystallographie, ou description des formes propres à tous les corps du regne mineral, par Mr de Rome Delisle. Sur. 441. a Paris. T. I — IV 1773. 8. Tord. Bergmann de forma crystallorum. praefertum a synthetis artibus; in quibus apud plurima chemica. fol. 11. 8. 1. ff. Von den dazustehenden Kennzeichen der Zerkleinerung abh. von H. G. Werner Leipzig 1774. 8. Many Traits de mineralogie, abrégé von Karsten Paris und Leipzig T. I 1784. 8. Bernhardt in Böhlers's Journ. für Chem. Phys. mit Mineral. V. 157 615. VI 140. VIII. 150. 624. IX 1. Derselb. eben d. VII 155. Böhlers's Journ. der Chemie S. 65 u. 1. Bernhardt in Schwaberg's Journ. XXI. 1 — 24. Olens Verh. der Meteoriten S. 1. 120. Leonhardt's. Beob. und Göttinger's. Proben. Frankfurt a. M. 1817.

§. 144. Die zur Bildung der Krystalle, oder wenigstens eines bestimmten Gefüges, nöthige erste Bedingung, die leichte Zerbrechbarkeit der Grundmassen durchs Flüssigwerden, wird bei festen Körpern entweder durchs Schmelzen, oder durchs Auflösen in andern liquiden Körpern, oder durch Verwandlung in Dampf, oder auch durch höchst feine Zerkleinerung in einem flüssigen Mittel, erreicht; und die andere Bedingung, die Wiedernahme dessen was sie flüssig machte, wird entweder durch Erkalten und Gefrieren, oder durch Verdunstung des Auflösungsmittels, oder durch Niederschläge, oder durch Ruhe und Bodensätze erhalten, wobei nun freilich überhaupt keine andere Art der Bewegung, wie Schütteln, Umrühren, die Zerkleinerung der festwerdenden Theile hindern und stören muß. Bei einem zu plötzlichen Uebergange zur Festigkeit haben die Theilchen nicht Zeit ge-

nach, sich regelmäßig an einander anzulegen, und die Bildung wird unformlich.

Beispiele von der Bildung der Kristalle oder wenigstens eines regelmäßigen Anbaus unter den ansehnlichen Verbindungen 1) des Schwefels und Erbsenens, und: das Wismuth, besonders bey dem Schmelzen der Metalle, der Schwefel, der Sprengsteinbildung, der Wismuth etc. 2) des Zinkes in tropfbarer Flüssigkeit; 3) des Nitrates oder Salpeters: die mannigfaltigen Eiskristalle, der Schwefelkristall; 4) des Nitrates etc.: die Metallelementen etc. 5) der Verwitterung im Dampf und Aufklärung: der Schnee, die feinsten nassen Sublimare und sogenannten chemischen Blumen: 6) des feinen Zerfalls im Wasser oder in andern Medien: die Bildung der salzigen Stalacture und Tropfen.

„Ueber die Methode der krummlinigen Bearbeitung organischer Körper“ vgl. man Esch d. Chemie S. 65 u. f.

§ 145. „Bernhardi's Untersuchungen zufolge bestehen die meisten Stoffe von regelmäßiger Grundform in ihren gegenseitigen Verbindungen diese Gestalt jederzeit (wie eben die Verbindungen der Metalle das gemeinste Beispiel geben) während Stoffe von unregelmäßiger Grundform durch ihre Vereinigung sowohl regelmäßige als unregelmäßige Kristalle bilden, und ein Stoff, welcher mit einem andern eine Verbindung eingeht, wird nur dann erst in seiner Grundform verändert, wenn die vereinigten Stoffe in dem gehörigen Mengenverhältnisse stehen.

„Nach Klaproth's Esch S. 30 u. f. — Die Crystalle bleiben die gleiche, d. h. in den Grenzen der regelmäßigen Form, als, wenn sie sich ändern sie d. selbe mehr oder minder und endlich ganz. Die Form und Größe liegt in der von Bernhardi entdeckten Unregelmäßigkeit der Grundform des Sauerstoffs; denn nach B. zerfallen alle Grundstoffe in Abzähl auf Grundform, in folgende zwei Klassen:

I. Grundstoffe von regelmäßiger Grundform

II. Grundstoffe von unregelmäßiger Grundform

A	B	C	A	B
Chlor	Antimon	Zinn	Sauerstoff	Schwefel
Fluor	Blau	Wolfram	Stickstoff	Selenium?
Jod	Chrom		Wasserstoff	Phosphor
Kohlensäure	etc.	Zinn		Boron
	Magnesium	Gold etc.		
	etc.			
	Kalium			

Um die Größe an den Kristallen zu messen, bedient man sich des gonometrischen Maßstabs.

## Phänomene der Cohärenz der Körper.

§ 146. Nicht allein die Theile eines und eben desselben Körpers hängen unter einander zusammen, sondern auch die Körper von einerley Art unter einander selbst, wenn sie sich berühren, und zwar um desto stärker, je genauer und in je mehr Punkten sie sich berühren.

Beispiele des Zusammenhanges: 1) Sticker Körper, wie des Zuckers, des Wachs, des Glases, des Oils, des Honigs, des Zuckers, des Wachs, des Glases, des Oils, des Honigs, des Zuckers, des Wachs, des Glases, des Oils, des Honigs.

§ 147. Auch Körper von ungleicher Art hängen unter einander zusammen, wenn sie sich genau genug berühren. Diese Stärke des Zusammenhanges ist zwischen verschiedenen ungleichartigen Körpern bei gleicher Berührungsfäche sehr verschieden.

Beispiele: 1) Zwei Metallplatten, Glasplatten oder Porzellanplatten, die mit Wasser oder Fett bestrichen sind, hängen sehr zusammen. 2) Eine runde kleine Metallplatte, die mittelst eines in der Mitte des Bodens herabhängenden Fadens an den Rand eines Wassersees angebracht ist, wird von dem Wasser sehr stark angedrückt, und kann nur durch eine starke Kraft, wie die eines Menschen, abgehoben werden. Die Platte wird auf dem Wasser schwimmend gehalten. Die Platte wird auf dem Wasser schwimmend gehalten. Die Platte wird auf dem Wasser schwimmend gehalten.

Der Druck der Luft kann von dieser Art, und nicht die alleinige Ursache sein, da sie auch unter dem hohen Vacuum der Luftpumpe statt hat, obwohl hier die Stärke des Zusammenhanges sehr vermindert ist. Wenn der Druck der Luft die alleinige Ursache ist, so würde die Stärke des Zusammenhanges sich nicht nach der Größe ändern, was doch nicht ist.

Der Herr Morveau hat von verschiedenen Metallen runde Platten von gleicher Größe und 1/4 Zoll dick gemacht, die 1/2 Zoll im Durchmesser hatten, und bestimmte die Kraft, mit der sie auf Querschnitten hingen. Es ist nun darin:

Das Gold mit einer Kraft von 416 Granen.

Das Silber	429
Das Zinn	418
Das Blei	307
Der Wismuth	273
Der Kupfer	204
Das Eisen	142
Der Zink	106
Das Zinn	115
Der Kobold	8

Das alte Anfangsstadium der theoretischen und praktischen Chemie von Ars de Morveau, Malet und Durand, 3 B. Transp. von Chr. Schmidt. Weidm. 1811. Leipzig 1799. 8. 2 B. in 10 Bänden: *Exposition raisonnée des principes de l'ars de Morveau, le 12 fev. 1805, par Ars de Morveau*; in den *Chimie de l'Asieque de Ars de Morveau*. I. 1. 8. 17 und 460.)

Es ist von den Resultaten einer großen Anzahl von Versuchen  
über die Art und Weise, wie man den Thierkörper über die Kraft,  
mit welcher der feste und flüssige Körper zusammenhängen, nicht  
die Bestimmungen der Grenzen, denen diese Kraft in Abhängigkeit von  
Ernährung oder Vermindeung nach der Natur einer jeden Gattung  
festzusetzen ist: in seinen chemisch-physikalischen Schriften S. 236 ff.  
Vergl. auch Gold's Vermehrung der Attraction: Stern v. Journ. III.  
S. 200. Dugge's Beob. in d. E. v. d. phys. Klasse der Wissensch.  
d. d. A. 1771. von Luft in Gase v. Ann. XLVII S. 1. Richard  
(S. v. Journ. d. Journ. XL 126) Nr. 1

§. 148. Es gründen sich auf diese Kraft des Zusammenhanges zwischen ungleichartigen Stoffen das Zusammenkleben, die Kütte, der Mörtel, das Löthen, das Verzinnen, das Versilbern, das Vergolden.

§. 139. Aus verschiedenen bisher angestellten Versuchen scheint das Gesetz zu folgen: daß die Stärke der Adhäsion bey verschiedenen Paaren von einerley Körpern, sowohl von gleichartigen als ungleichartigen, mit der Menge der Berührungspunkte in Verhältniß liehe.

Tafel 6. Runde gekrümmte Blättchen, deren Durchmesser sich wie 1, 2, 3 zueinander verhalten, bauen mit Schiefer mit verschiedenen Stufen zusammen, die sich gegen einander sehr nahe verhalten, wie 1, 2, 3, oder wie ihre Grundflächen. Man sehe auch Tafel 3. S. 2. Z. 4 und 5.

§. 150. Wir unterscheiden absolute und relative  
Eigenschaften. Erstere verhält sich bey durchaus gleichartigen  
Materien, wenn dieselben zwey cylindrische oder prismati-  
sche Körper darstellen, wie die Größe der Fläche ihrer Quers-  
chnitte; letztere jedoch (unter gleicher Bedingung der  
durchgängigen chemischen Gleichartigkeit) bey zwey senkrech-  
ten Parallelepipeden im Verhältniß ihrer Breite und des  
Quadrats ihrer Dicke. Es folgt hieraus, daß für ausge-  
wählte und dadurch sehr leichte Cylinder z. B. Federn,  
Lehr u. m. dgl.) durch die Höhlung nur wenig an relati-

ver Echöſſion verlieren geht, während durch die Verminderung ihrer Maſſe ihre Bewegbarkeit ſehr erleichtert worden iſt &c."

„Der ihnen bestreubten Eulandern verhält sich die absolute Erhäs-  
sion wie das Quadrat des Durchmessers. Ueber das Verh. der Wirke  
der Coparenz, u. d. schärferen Materien, s. oben die Ann. 12 f. 128.  
kr.“

„Einige Nachweise von weiteren Ziffernarten der nachfolgenden Abbildung. Weiterhin findet man in Gony's *Physik*, Abschnitt von Elek., Bd. 1. Abb. 1. S. 355 ff.“

§. 151. Auf den Zusammenhang flüssiger Materien mit festen, der größer oder kleiner ist, als der zwischen den Theilen der flüssigen Materie selbst, gründen sich verschiedene merkwürdige Phänomene. Wenn ein fester Körper mit einem flüssigen stärker zusammenhängt, als der flüssige unter sich, so hängen sich bey der Berührung die Theile des letztern an die erstern an, und machen ihn naß, oder sie zerfließen auf ihm; wenn hingegen die Cohäsionskraft zwischen den Theilen des flüssigen Körpers stärker ist, als zwischen diesem und dem festen Körper, so bleibt der letztere bey dem Hineintauchen an seinen trocknen, und der flüssige Körper zerfließt nicht darauf, sondern bildet Kugeln oder Tropfen (§. 140.) Da nun schwerere Flüssigkeiten auf leichtern festen Körpern allerdings ruhen können, so ist dieß zugleich eine Bestätigung des vorigen Satzes (§. 149.)

[illegible]

„Indem wir mit dem Chemismus das Leben ergründen, ist  
bald eine neue, eine deutsche *Pharmakologie*, es ist noch ein *Leb-*  
*stien*, *Abkühlung*, oder *Anzuchtungsform* und *Temperatur* an *Wasser*,  
vergl. man *Wasser* & a. 21.

§. 153. Freier, wenn flüssige Materien in ihren Theilen stöcker zusammenhängen, als nur den Theilen eines fe-



ten Körpers, so nehmen sie in den aus dem letztern gemachten Gefäßen eine concave Oberfläche an, die dem Abschnitte einer Kugel um desto näher kommt, je kleiner der Durchmesser des Gefäßes ist. Taucht man den festen Körper in den Flüssigen dieser Art hinein, so bildet die Flüssigkeit rund um ihn herum eine Vertiefung.

Beispiele: Quecksilber steht in gläsernen Röhren mit einer concaven Fläche; Kupferde Metalle stehen in den leeren Schmelzgefäßen mit einer concaven Fläche; Wasser steht in einem mit Zeit ausgetrockneten und mit Harttupfplaster bedeckten Glase mit concaver Fläche. Eine Eisenkugel, Holz, der Zinn in Quecksilber getaucht, durchläßt rund umher eine Vertiefung im Quecksilber.

Nach hydraulischen Versuchen sollte die Kohäsion in Metallen dieser Art eine vollkommen horizontale Oberfläche haben, und sie würde es auch, wenn die Theile ungeschindert, ohne Cohäsion, der Schwere folgten. Wenn sie hierwiderum bloß der Cohäsion o. Adhäsion folgten, und nicht zugleich schwer wären, so würden sie auch in dem leeren Gefäße eine vollkommenere concave Kurve bilden. Wird sie aber nun zu gleicher Zeit schwer und coherend, so werden die wirklichen Kräfte nicht ausreichen, wenn sie um so viel höher stehen, als die äußere, daß ihr senkrechter Druck durch die Schwere mehr beträget, als die Kraft der Cohäsion zu ersetzen vermögend ist. Nur an den Seiten wird dann die Cohäsion nachzukommen haben.

§ 153. Wenn hingegen flüssige Körper in ihren Theilen schwächer zusammenhängen, als mit den Theilen eines festen Körpers, so stehen sie in den aus letztern gemachten Gefäßen mit einer concaven Fläche, oder sie stehen am Rande höher, als in der Mitte. Und eben so bildet auch die Flüssigkeit um einen solchen festen Körper rings herum eine Erhöhung.

Beispiele: Quecksilber steht in gläsernen oder bleiernen Gefäßen mit einer concaven Fläche; eben so auch Wasser in gläsernen Gefäßen. Um eine als Wasser getauchte Glaslinse steht dasselbe rund herum erhöht; so auch das Quecksilber um eine Zinnlinse.

Die Kohäsion würde nach oben mit den Grenzen, wenn ihre Theile bloß der Schwere, ohne Cohäsion, folgten, eine vollkommenere horizontale Fläche annehmen. Wenn sie aber nun mit den Theilen der festen Körper coheriren, so werden die Theilchen derselben, die die Wand des Gefäßes berühren, dadurch in ihrem senkrechten Drucke auch unten so vermindert werden (etwasmäßig durch das Anhaften an die Wand des Gefäßes), und sie werden an der Wand umher um so viel höher stehen müssen, als ihr verminderter Druck mit dem Drucke der davon entfernten Theile des Gewichtes halten kann.

§ 154. Hiervon gründet sich nun das Phänomen der Haarröhren (Tub. capillares). Man versteht darunter

Bestandtheile gemengter Körper geben Granit, Porphyr. Gemische  
 hingegen in der Erde die Kalksteine mit Kohlensäure und Wasser.

§. 114. Von der bloßen Vermengung ungleichartiger Stoffe behalten sie ihre vorige Natur; bey der Vermischung derselben hingegen entspringt daraus eine Materie von ganz anderer Natur und andern Eigenschaften, als die ihrer Bestandtheile waren.

Verstecke geben ein lang zusammengetriebenes Gemenge von Mineralen und Kalksand, das durch Zusammenschmelzen zum Gemisch zu Glas wird

§. 115. Die Verbindung ungleichartiger Theile zu einem gleichartigen Ganzen heißt Mischung oder Zusammenfügung (*Mixtio, Synthesis*); die Trennung derselben daraus Scheidung, Zerlegung, Zerfetzung (*Analysis*). Die Verbindung gleichartiger Theile wird Zusammenhäufung (*Aggregatio*), und ihre Trennung schlechtweg Theilung, Zertheilung, Zerstückung des Körpers genannt. Die beyden letztern Operationen geben keine neue, sondern nur eine der Masse nach vergrößerte oder verkleinerte Materie.

§. 116. Wenn die aus einem gemischten oder gemengten Körper erhaltenen Bestandtheile selbst noch weiter gemischt sind, und als Gemische darin so prädestiniren, wie wir sie durch Scheidung daraus darstellen, so heißen sie die nähern Bestandtheile (*Partes proximae*), und ihre weiteren ungleichartigen Grundstoffe die entferntern Bestandtheile (*Partes remotae*) des Körpers.

Beispiel:

Eisenvitriol.

Ebensteine Säure.	Eisenkalk.
E Schwefel. Sauerstoff.	Eisen. Sauerstoff.

§. 117. Die letzten, nicht weiter aus ungleichartigen Theilen zusammengefügten Grundstoffe der Körper nennt man Elemente, Ueinstoffe. Viele Materien können wir zwar bis jetzt nicht weiter zerlegen; man ist aber deshalb



Bestandsänderung der Oberflächen von den, bis zu bestimmten Höhen, in Röhren oder Gefäßen getragenen tropfbaren Flüssigkeiten, durchaus übereinstimmend und besteht in der Cohärenz (als Gegenzug zwischen den denkbar kleinsten Theilchen der Körper) und in der in unermessbarer Ferne wirkenden Gegenziehung der zur Berührung gelangenden Flächen. Dem zu Folge wird den den Haarröhrchen alles bestimmt, durch den Unterschied der Klebrigkeit in der Flüssigkeit und der Anhaftung zwischen der Flüssigkeit und der starren Innenfläche des Röhrchens. Rr."

Vergl. Laplace: *Théorie de l'action capillaire*. Paris 1806 und *Supplément à la théorie capillaire* 1807. Anfanglich erschienen diese Theorie als Einzelschrift, späterhin als Anhang zur *Mécanique céleste*. Vergl. auch damit Gilbert's Bau. XXV. S. 223 u. f. Rr."

Nach Muschenbroeck (*Introductio in philosophiam naturalem*, T. I. S. 573.) liegen in Haarröhrchen vom gleichem Durchmesser aus holländischem Gläsenglase:

Destillirtes Wasser	5,10	30k rheinl.
Liquor anodynus	1,40	.
Alcohol	1,80	.
Regender Salmiasgeist	3,60	.
Lufttraurer Salmiasgeist	4,56	.
Salpetergeist	2,07	.
Salzgeist	2,07	.
Witriolgeist	3,25	.
Witriolöl	1,50	.
Terpentinel	2,58	.

In Haarröhrchen von eben dem Durchmesser, aber aus andern Glasforten, waren die respectiven Höhen eben dieser Flüssigkeiten größer und kleiner.

„Nach Muschenbroeck's Theorie müßte eine Flüssigkeit, in längeren Haarröhrchen höher stehen als in kürzeren, wegen sowohl neuerer Beobachtungen als auch Laplace's Theorie streitet. Rr."

§. 157. „Laplace's Theorie zu Folge werden alle Wirkungen der Haarröhrchen abgeleitet von der Gestalt jener Oberfläche, welche das Tropfbarflüssige in den Röhreln annimmt. Es hängt aber diese Oberflächengestalt ab von dem Grade der in unermessbarer Ferne wirkenden Anziehung zwischen den Wänden des Röhrchens und der Flüssigkeit, und sie ist entweder erhaben gekrümmt (*convex*), oder vertieft gekrümmt (*concav*). Im ersteren Falle wird jedes denkbare Theilchen der Oberfläche mit größerer Gewalt niederwärts ge-

gehen, als dieses bey den Theilchen einer ebenen, und mit noch größerer als es bey den Theilchen einer vertieft gekrümmten Oberfläche der Fall seyn würde, denn es kann jedes einzelne, unmittelbar unter der Oberfläche liegende Theilchen der Flüssigkeit auf mehr Berührungspunkte der Oberfläche wirken, wenn diese erhaben gekrümmt, als wenn sie eben ist, und bey letzterer erst nur auf mehr Punkte, als bey der gekrümmten) mithin muß die Flüssigkeit tiefer stehen, als sie bey ebener Oberfläche stehen würde, und also tiefer im Röhrlein, als außerhalb desselben. Im letzteren Falle muß aus den angegebenen Gründen das Umgekehrte des ersten eintreten (denn es ist klar, daß die Entfernungen der Punkte der Oberfläche von jedem Einzelnen der unteren Punkte, rings um denselben, bey ebener Oberfläche stärker zunehmen als bey der concaven, und bey der concaven stärker als bey der ebenen). Je stärker daher die convexe Oberfläche gekrümmt ist, um so höher, und je mehr die concave gekrümmt ist, um so „tiefer“ wird die Flüssigkeit im Röhrchen stehen, und da erfahrungsgemäß die Oberflächen in Röhren fast kuglig sind, so wird die Flüssigkeit sich im Röhrchen um so mehr heben oder senken, je kleiner der Halbmesser der Kugel, mithin je enger das Röhrchen ist. Kr.”

Die Anzahl in 1te, welche als bey Flüssigkeiten in versch. ebenen Röhren, deren Querschnitt aber gleich ist, beobachtet, durch die in anderer Hinsicht Beobachtung gemessene ist. Vergl. auch meine Abhandlung in der neuen Chemie. v. Wittenb. 1775.

§ 158. Flüssigkeiten, welche auf dem Glase nicht herabfließen, steigen auch in gläsernen Haarröhren nicht in die Höhe. Es ist also bloß die Kraft der Anziehung zwischen dem Glase und der Flüssigkeit, welche das Aufsteigen derselben in Haarröhren bewirkt (§ 155.), nicht der Druck der Luft oder eines eingebildeten Vezers.

Petr. van Mar. hembroex de tubis capillaribus vitreis, in scriptis phys. experim. p. 271. Tentamen theoriae, qua nitenti aequae in tubis capillaribus explicatur, auctore Jas. Weichrecht, in den Comment. acad. petropoli. T. VIII. p. 282. C. H. F. v. d. Hoff de aëre, et fluidorum in tubis capillaribus, Comment. L. II. 1 pl. 1775. 4.

§. 159. Die Höhen, zu welchen einerley Flüssigkeit in Haarröhrchen von verschiedenem Durchmesser und von einerley Glase aufsteigt, verhalten sich umgekehrt wie die Durchmesser der Haarröhrchen. Denn in einem Haarröhrchen, das noch einmal so weit ist, als ein anderes, müßte die Flüssigkeit viermal niedriger stehen, weil sie viermal so viel Gewicht hat (§. 155.); da aber das noch einmal so weite Haarröhrchen auch noch einmal so viel Berührungspunkte hat; die Adhäsion von einerley Körper aber den Berührungspunkten proportionirt ist (§. 149.), so müßte die Flüssigkeit deswegen in diesem noch einmal so weiten Haarröhrchen noch einmal so hoch steigen, als in dem engern. Die Höhen einer flüssigen Materie in dem Haarröhrchen sind hiernach in einem zusammengesetzten Verhältnisse aus dem geraden der Diameter und dem umgekehrten der Quadrate der Diameter; sie verhalten sich folglich verkehrt wie die Diameter.

Setzt, es sey ein Haarröhrchen A, dessen Durchmesser = 1, und ein anderes B, dessen Durchmesser = 2 ist: so sollte, weil das Gewicht der Flüssigkeit des verbundenen weitem Aufsteigens der Flüssigkeit in Haarröhrchen ist, und der Inhalt der Cylinder sich verhält wie das Product aus dem Quadrate der Durchmesser der Grundflächen in die Höhen, um gleiches Gewicht der aufsteigenden Säule zu haben, die Höhe

$$1) \text{ in A zu der in B sey } = 2^2 : 1^2 = 4 : 1.$$

Weil aber die Peripherie von A zu der von B sich verhält wie die Durchmesser; auch ferner die größere Peripherie mehr Berührungspunkte darbietet, und die Cohäsion zwischen einerley Körpern sich verhält wie die Menge der Berührungspunkte: so sollte die Höhe

$$2) \text{ in A zu der in B sey } = 1 : 2.$$

Wir haben also ein zusammengesetztes Verhältniß, wovon wir die Glieder multipliciren müssen, um ein einfaches zu erhalten. Es ist also die Höhe

$$\text{in A : B} = 4 : 1 \text{ (wegen 1),}$$

$$\text{in A : B} = 1 : 2 \text{ (wegen 2),}$$

folglich in A : B = 4 : 2 = 2 : 1; das ist, umgekehrt wie die Durchmesser.

§. 160. Wenn man zwei platte, reine Glasstreifen unter einem spitzen Winkel über einander setzt, und einen Tropfen dünnes Del, Wasser oder Weingeist, kurz, eine Flüssigkeit, die mit dem Glase zusammenhängt, und keine

merkliche Viscosität hat, so dazwischen bringt, daß der Tropfen beide Glasplatten berührt, so wird er sich mit beschleunigter Geschwindigkeit nach dem Winkel beider Glasplatten hin bewegen. Ein ditz wiederfährt auch einem Quecksilbertropfen zwischen zwei regulirischen Zinnplatten.

Wird (Fig. 15) der Tropfen  $k$  zwischen die beiden Platten  $AC$  und  $BC$  gebracht, die unter dem spitzen Winkel  $ACB$  über einander gestellt sind, und mit denen er zusammenhängt, so wird er die Flaar  $AC$  annehmen müssen. Weil nun der Tropfen  $k$  gegen die beiden Platten  $AC$  und  $BC$  der  $\mathcal{A}$  ist der Cohärenz ansetzt, die Wirkung einer jeden Kraft aber nach der Perpendicularität geschieht (S. 95), so muß auch der Waflertropfen mit der Kraft hin in die obere, und mit der Kraft hin in die untere rücken. Da nun beide Kräfte einen Winkel mit einander schließen, so wird der Tropfen durch die Diagonallinie  $AC$  getrieben werden. Je näher er aber nach  $C$  kommt, desto größer und heftiger wird er, desto mehr wird schließl.  $C$  die Ursache der Verdrängung unternehmend werden. Die Kraft der Cohärenz wird also um so heftiger werden, und daher die Bewegung nach der Direction hin beendigt werden können.

§. 161. Wenn man zwei reine Glasplatten unter einem spitzen Winkel an einander setzt, und beide vertical in Wasser oder eine andere Flüssigkeit stellt, die auf dem Glase geräthet, so wird diese zwischen dem Winkel beider Platten in die Höhe steigen, und der Rand der aufgestellten Flüssigkeit wird eine Hyperbel bilden.

Wenn man (Fig. 16) zwei Glasplatten  $ADG$  und  $ECB$  mit der einen Seite  $A$  und  $E$  so aneinander setzt, daß sie mit der andern Seite  $D$  und  $C$  von einander abheben, und den spitzen Winkel  $CEB$  bilden, so wird, wenn man sie vertical in Wasser stellt, dieses in dem Winkel in die Höhe steigen, und die  $AD$  Seite annehmen. Man wird sehen, sich gegen beiden Platten hin zu drücken, dessen kann, die densamer sind, je näher sie nach  $AB$  zu stehen, so wird, nach dem Winkel der Hyperbeln, das Wasser um desto höher steigen, je näher der Abstand beider Platten wird. Durch eine kleine Abwägung des man gewinnen, daß  $g$  eine Hyperbel sein, deren  $\mathcal{A}$  im Punkte  $AB$  und  $BC$  liegt, denn  $g$  wird  $AB$  zu sein, weil der Abstand der Platten hin zu sein. Es ist aber die Höhe  $mg$  zu der  $g$  im umkehrdet mit  $g$  zu sein, der Abstand der Platten an diesen Orten, oder  $mg$  zu sein. Gelöst wird auch  $g$  zu  $g$  zu sein, und also die  $g$  zum  $g$  einer Hyperbel haben.

Muschendorf introd. ad philos. nat. S. 107.

§. 162. Wenn man eine reine hohle Glasugel auf das Wasser in einem Trüglase setzt, so wird sie in der Mitte der Wasserfläche ruhig bleiben. So wie sie aber der

Wand des Gefäßes nahe kommt, so wird sie sich mit beschleunigter Geschwindigkeit nach derselben hin bewegen. Eben so bewegt sie sich auch von der Mitte des Wassers gegen den Finger, oder einen andern Körper, den man ins Wasser steckt, und der davon naß wird, und zwei Glase Kugeln bewegen sich mit beschleunigter Geschwindigkeit gegeneinander, wenn sie auf der Mitte des Wassers schwimmen, und einander nahe genug kommen. Auch diese Phänomene folgen aus der Adhäsion bey der unmittelbaren Berührung, und wir brauchen auch dazu keine anziehende Kraft, die in der Entfernung schon wirksam sey.

„Scheinbare Abstoßung, wenn die tragende Flüssigkeit von einem darauf schwimmenden Körperchen gehoben, von einem andern niedergeschoben wird, und umgekehrt: scheinbare Anziehung zweier schwimmenden Körperchen, die beide die Flüssigkeit niederhalten oder heben. Ein Arrtkuchlen und ein Laig (Muschel-) Stückchen setzen sich scheinbar ab, Laig und Laig ziehen sich scheinbar an. — Früher gehört auch das Phänomen der auf Wasser schwimmenden, sehr kleinen stählernen Kugeln.“

Es befinde sich (Fig. 20.) ein hohles Glasfäßgen G auf der Mitte der Wasserfläche et des Gefäßes ABCD. Es wird, ob es gleich darauf schwimmt, sich doch nach hydrostatischem Gesetze darinn bis zu einer gewissen Tiefe einsinken. Das Wasser, das damit cohärirt, wird darum, wie in g und h, und so rund herum, sich erheben, und einen kleinen Wasserberg um das Fäßchen bilden. Da nun das Wasser in g und h, und so um das Fäßgen herum, gleich hoch steht, so wird es auch gleich stark nach allen Punkten gleich stark ziehen, und die entgegengesetzten gleich großen Kräfte werden sich wechselseitig aufheben, folglich keine Bewegung hervorbringen.

Es wie aber das Kugeln der Wand des Gefäßes näher kommt, B. der Wand A, und sich nun in i befindet, so wird der an der Wand A im e aufsteigende Wasserberg mit dem am Kugeln auf der Seite in h befindlichen zusammenfließen, und das Wasser wird folglich auf dieser Seite an dem Fäßchen und zwischen der Wand wieder höher steigen. Da nach dem Punkte des Kugelchens zu, der der Wand A am nächsten ist, das aufsteigende Wasser auf beiden Seiten am besten treten muß, weil der Abstand von der Wand da am kleinsten ist (wie vorher §. 101. bey den Glasplatten), so wird, wegen des Zusammenfließens dieser Wasserberge auf beiden Seiten des Kugelchens zu nächst der Wand, und des Abstandes des Wassers am das letzte der tragende Kugeln, dieses von zwey Kräften getrieben werden, die es am Winkel anziehen, und sich nach der Diagonale dender Kugeln zu, das ist, nach der Wand zu, bewegen. Je näher das Kugeln der Wand kommt, desto höher wird das Wasser an ihm und der Wand in die Höhe steigen, weil der Abstand desto nun immer kleiner wird. Je höher aber das Wasser an der Kugel ansteigt, desto größer wird die Anzahl der Berührungspunkte zwischen ihr und dem Wasser. Da

nun folchergeftalt die Erhöhung des Waffers von der Seite  $k$  fterker werke, als auf der Seite  $l$ , fo wird das Kugelfchen fch nach der Seite  $k$  bewegen, und zwar um deßo fchneeller, je näher es nach  $A$  kommt.

Eben diefe Bewegung hat es nun auch, wenn man in der Nähe des Kugelfchens den Finger ins Waſſer ſteckt: denn das Waſſer wird an dieſem auch in die Höhe gehoben, wie an der Wand des Gefäßes, und dieſelbige ſchief Bewegung des Kugelfchens beordrungen, die es gegen die Wand zu bewegt.

Weil ferner das Waſſer fterker mit dem Glaſe und dem Finger zu ſammenhängt, als weiter ſich, fo wird das Kugelfchen dem Fingere folgen, an dem das Waſſer gewiſſer Maßen, fo wie an dem Kugelfchen, liebt.

Aus dem Ingeführtten wird man nun leicht einſehen, warum zwei Kugelfchen, die vom Rande des Gefäßes entfernt in die Mitte des Waſſers geſetzt werden, ſich gegen einander bewegen, wenn ſie einander nahe genug gekommen ſind.

§. 163. Wenn ein Gefäß mit einer Flüſſigkeit, die ſonſt damit cohärrt, überall angefüllt wird, ſo wird ſie aus derſelben Urſach, warum eine Flüſſigkeit für ſich allein Tropfen bildet (§. 140.), eine concave Oberfläche erhalten, die deßo mehr der ſphäriſchen Geſtalt nahe kommt, je kleiner der Durchmeſſer des Gefäßes iſt. Es iſt hier ganz ſo, wie mit den Oberflächen der Flüſſigkeiten in Gefäßen, die damit nicht cohärrten (§. 152.). Legt man nun ein hohles Glaſekugelfchen auf ein mit Waſſer übergülltes Glas, ſo wird es ſich von dem concaven Rande weg nach der Mitte zu bewegen.

Geſetzt, es befände ſich (Fig. 81) ein hohles Glaſekugelfchen  $G$  auf der concaven Fläche  $AB$  des Waſſers in dem damit übergüllten Gefäße  $A B C D$ , ſo wird ſich, wenn es am Rande  $A$  ſteht, zur Seite  $l$  weniger Waſſer erheben, als in  $k$ , weil der Winkel im  $k$  größer dem Waſſer und dem Kugelfchen ſpitzer iſt, als in  $l$ . Es wird ſich alſo wegen der ſchiefen Erhöhung in  $k$  nach  $k$  zu vom Rande abwärts bewegen, bis ſich in der Mitte der Fläche um das Kugelfchen herum das Waſſer gleich hoch beſchadet.

§. 164. Wenn eine Flüſſigkeit aus einem Gefäße, womit ſie fterker cohärrt, als unter ſich, und welches keinen nach außen umgelegten Rand hat, in der geneigten Lage deſſelben ausgegoſſen wird, ſo läuft ſie längs der Wand des Gefäßes auswendig hinab, ohngeachtet ſie durch die Schwere nach der ſenkrechten Richtung herabgetrieben werden ſollte. Sie wird nemlich jetzt durch zwei Kräfte zu gleicher

gleicher Zeit afficirt, durch die der Cohärenz und der Schwere, und muß eine mittlere Bewegung dadurch erhalten. Flüssigkeiten hingegen, die mit dem Gefäße nicht cohäeriren, laufen auch beim Ausgießen in der geneigten Lage des Gefäßes nicht längs der Wand desselben auswendig herab. Im gemeinen Leben giebt man, des erstern Zufalles wegen, den zum Ausgießen der Flüssigkeiten bestimmten Gefäßen entweder einen umgebogenen Rand, oder Einschnitte und Ausgüsse, um dadurch die Richtung oder Menge der Berührungspunkte, und so die Stärke der Cohärenz, zu vermindern.

*Beispiele:* Wasser läuft an der Wand eines vollen Trichterfäßes herab, Weizen bestreut den Rand, Quecksilber an der Wand eines gemessenen Gefäßes.

Wasser fließt an der mit Fett bestrichenen und mit Bälapplassen besetzten Wand eines Glases, und Quecksilber an der Wand einer reinen Schale beim Ausgießen nicht herab.

Es sey (Abb. 22.) AB ein mit Wasser gefülltes Glas, das in die geneigte Lage gebracht worden ist: so wird der Tropfen *a* zwar durch die Schwere in der Direction *ac* getrieben werden, aber die Cohärenz der Seiten mit dem Glase wird noch der auf der Wand senkrecht stehenden Vertikal *ab* nach der Direction *ab* *z* ziehen; er wird also nach der Richtung der Diagonalen *linea ac* getrieben werden (\*). Diefes wird von allen solchen senkrechten Tropfen gelten, und sie werden, wenn sie unmittelbar hintereinander so von, einen Wasserstrahl längs der Wand des Glases herabziehen. Wenn zu viel Wasser auf einmal ausgegossen wird, so ist das Gewicht des Wasserstrahls viel größer, als die Summe der Cohärenzkräfte in den berührenden Theilen, und dann fällt der Wasserstrahl senkrecht herab. Diefes erfolgt auch, wenn das Wasser horizontal gehalten wird. Alsdann wird die Richtung, nach der die Cohärenz auf das Wasser wirkt, der der Schwere gerade entgegengesetzt, und das Wasser muß der Wirkung der stärkern Kraft folgen. Eben diefes ist auch der Fall, wenn der Tropfen in dem Zustande *c* ist. Er wird nun nach der Direction *cd* durch die Cohärenz gegen das Gefäß, und nach *cd* durch die Schwere getrieben. Beide Kräfte werden sich aufheben, und es kommt nun darauf an, welche Kraft die größere ist, die der utradic Kraft der Schwere, d. h., das Gewicht des Wassertröpfchens, oder die Adhärenz desselben mit dem Glase. Ist das erstere, so fällt er herab; ist das letztere, so bleibt er haften. Wenn der Wasserstrahl sehr entfernt am Glase hinunter läuft, so erhält er durch den fortwährenden Reibungsdruck und die Kraft, nach der Tropfen von sich fort zu bewegen. Da er aber durch die Schwere in gleicher Zeit, während er nach *cd* zu gehen bestrebt ist, nach *cd* hinabgetrieben wird, so wird *cd* *er* *er*, und die Folge wird seyn, daß diefes eine paradoxe Erscheinung sey.

\*) .. Evident ist es nicht nöthig, daß die Diagonale der beiden Kräfte: denn die Lage der Diagonale hängt von dem Verhältnisse der Kräfte ab, u. d. d.



der Kräfte ab. Fällt die wahre D. senkrecht innerhalb des Winkels dre, so läuft der Tropfen am Schake hinab; soll sie aber unter das des Winkels  $cao$ , so wird er abfallen. Eine ähnliche Bemerkung ist bey den Erleuterungen zu §. 165 zu machen. Z."

§. 165. Wenn aus der Mündung einer engen Röhre, die etwa eine halbe Linie im Durchmesser hat, ein Wasserstrahl senkrecht hervorspringt, und es wird derselbe zur Seite mit einem cylindrischen Körper berührt, der von der Natur ist, daß das Wasser auf ihm zerfließt: so wird er sich um den cylindrischen Körper herum bewegen, und herabfallen. Dieß gilt von jeder Flüssigkeit, die mit dem cylindrischen Körper stärker zusammenhängt, als unter sich. Eben so wird auch das Wasser aus einer senkrechten Röhre, die nicht sehr weit, und von der Natur ist, daß das Wasser darauf zerfließt, wenn die Mündung der Röhre schief abgeschnitten ist, nicht in der senkrechten, sondern in einer geneigten Richtung hervorspringen. Diese Wirkung wird weder im ersten, noch im andern Falle erfolgen, wenn die Mündung der Röhre sehr weit ist. Flüssigkeiten, die im ersten Falle nicht mit dem cylindrischen Körper, und im zweyten nicht mit der Materie der Röhre stärker zusammenhängen, als unter sich, werden jene Erscheinungen nicht zeigen, wenn auch die Mündung der Röhre sehr eng ist.

Es kommt (§. 164) das Wasser aus der engen Mündung b der Röhre ab in der senkrechten Richtung her, bevor, und es werde der Wasserstrahl in a mit einem runden gläsernen, verschlossenen oder hölzernen Ende berührt, so wird der Strahl nicht seine Richtung am Berührungspunkte ändern, um den End herum nach d, und weiter nach unten zu gehen, und den e herab in der Richtung ef fallen. Jeder dem End berührende Pressen strahlt durch die Kraft des Abdrucks, die ihn nach oben zu treibt (§. 164), nach gh zu gehen; die Kohärenz, die dem Ende aber widersteht, daß es senkrecht davon ansetzen wird, gibt nach der Richtung pe mehr: er wird daher, von jener Kraft, gh nach ge, abtreiben, die Diagonale ge durchsetzen. Da aber die Kraft der Kohärenz po stärker wirkt, so wird er alle Auslenkung von der Richtung der Tangente gh abgelenkt werden, so auch eine krumme Linie um d u End herum beschreiben, wo die Kohärenz nach der Richtung ge die Centripetalkraft, und der Pressen in der Linie gh die Tangentialkraft ist. Nach der Wirkung der Kohärenz wird zwar diese Tangentialkraft bey dem Hinabfließen des Strahls auf dem krummen Staßbilde vermindert, aber auch wieder unten dadurch geschwächt: die Tropfen werden also unten langsamer herabfallen werden, wenn sie weiter der Richtung der Schwere entgegen in die Höhe steigen sollen, sich langsam wegen des



## Grundstoffe und Formen des Körpers u. ihre Cohärenz. 77.

Nach den Versuchen des Hrn. Buffon's Versuche mit Holz (Expériences sur la force du bois; in den Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1740. B. 155. tab. 1741. B. 292.)

„L'essai (Festigkeit des Holzes à son) schließt zur Bestimmung der Cohärenz der Körper vor: folge, willkürlich, schwere und harte, Kisten deren Härte, Gewichtungst. als bekannt angenommen wird) um bestimmter Höhe senkrecht gegen die unter waagrecht her geht, in Faser oder Plattenform gebracht, hinsichtlich der Cohärenz zu prüfenden Körper fallen zu lassen, (etwa in einer dem Falle bei oder der Gravitation ähnlichen Vorrichtung) und aus der Größe der Verletzung oder Zerrung, auf die Größe des Zusammenhangs zu schließen. Ein Beispiel großer Cohärenz erweihen die (metaphorisch) Kisten, welche, ohne gedrückt zu werden, dazu dienen, den ganzen Bruchteil von vier Millionen Pfund zum Festhalten der Kaiserin Petrus des I. in St. Petersburg herbeizuführen — Wenn man Untersuchungen zufolge scheinen die stochiometrischen Werthe h. l. die Eigenschaften der chemischen Zuckkraft oder die Mischungen nach der Grundstoffe im geraden Verhältnisse mit ihrer „Dichte“ und im umgekehrten mit ihrer „Cohärenz“ zu stehen. Aus daher zwey dieser Werthe, z. B. der stochiometrische und die Dichtigkeit bekannt, so läßt sich die unbekannte Größe des dritten? in Cohärenz bestimmen, wie folgendes Beispiel zeigt: der stochiometrische Werth (oder die Mischungszahl) des Eisens ist 5,5; die

$$\text{Dichtigkeit} = 7,788, \text{ mithin die Cohärenz} = \frac{7,788}{5,5} = 1,416$$

anl. m. Vergl. Uebers. d. Systems der Chemie. B. 17. 2r.

Bei Herrn Grafen von Bidingen Versuche mit Metallen (Versuche über die Platin, Mannheim 1782. 8.) geben andere Resultate, als die Reichenspergerschen, indem er auch auf gleiche Längen Rücksicht nahm. Er ließ aus einem Metalle Drethe machen u. 5 Lin. (paris.) im Durchmesser, und 2 Fuß Länge, und es zerriß

Gold	von 16 W. 6 Unz.	451 Gr. (franz. Gew.)
Silber	.. .. 11 .. 1 Unz.	451 ..
Platin	.. .. 7 .. 5 ..	.. ..
Kupfer	.. .. 7 .. 6 ..	.. ..
Eisen	.. .. 10 .. 8 ..	.. ..

Darauf folgt also die Festigkeit der angeführten Metalle so auf einander zu, wie sie selbst hier nach einander stehen, da hingegen nach Wm. Ambroise sie so folgen würden: Kupfer, Gold, Silber, Eisen.

Traité sur les Propriétés des alliages métalliques par Mr. Schard. à Berlin 1783. 4.

Kurz Abhandlung über die Theorie der Festigkeit der Materialien von Gottl. Ludwig von Pölinig. Leipzig 1795. 8.

„L'essai schätzt die Härte einzelner Körper nach dem Grade, mit welchem sie der Abreibung widerstehen und nicht nach der Gewalt des Stoßes. Grade sind häufig sehr verschieden. Der Diamant ist z. B. durch sein Metall abreibbar, läßt sich aber unter dem Hammer zerbrechen.“

\*) Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft B. 31.

Wasser zuvor durchgeseigt wüßte, wodurch es sich nach allen Richtungen ausdehnt, es dann mit seinem Rande aufsteigt und aus sich heraus löst, so es sich dann wieder zur vorigen geringeren Ausdehnung zusammenzieht, und so vollkommen die Öffnung ersetzt: der Gebrauch von Holzstücken durch Holzseile, indem man in die zuvor mit einem Seilel gemachten Öffnungen dünne zuvor stark gedrehte und vollkommen aufgetrocknete Holzseile treibt, und sie darauf zu beschriebenen Stellen mit Wasser befeuchtet, das Wasser einfließend und damit aufsteigend, so setzen sie das Faden; das Zusammenziehen beim der Schweißnadeln durch mittelst Wasser aufsteigende Erbsen; das Verfahren, erhabene Figuren aus Holz hervorzubringen, indem man dergleichen Figuren zuvor erweicht, oder erweicht, mittelst des Erbsenwässers in die Holzstücke eindringt, wenn die Oberfläche so weit abgehoben, so sie mit dem Wasser besetzt wird, und darauf das Holz ins Wasser taucht, wo dann die gedrückten Stellen aufsteigen und erhaben erscheinen.

§. 167. Flüssigkeiten, die mit einem festen Körper nicht so stark zusammenhängen, als es ihre Theile unter sich thun, steigen in den aus dem festen Körper gemachten Haarröhren nicht in die Höhe, sondern sinken, wenn man diese letztern darein eintaucht, in dem Haarröhrchen tiefer als auswendig.

Beispiele: Quecksilber, arsenmolasses Wein, Sumpfbrenz, steht in einem gläsernen Haarröhrchen, das hineingetaucht wird, tiefer, als auswendig umher.

- 1) Da das Quecksilber mit dem Glase nicht zusammenbleibt, so kann es auch in dem daraus verfertigten Haarröhrchen nicht aufsteigen. Aber warum sinkt es dann tiefer, als auswendig, wenn das Haarröhrchen ins Quecksilber getaucht wird? Man ist o. 161 das Haarröhrchen ob in das Quecksilber getaucht wird, dessen Oberfläche in der Höhe des Quecksilbers steht, so sollte das Quecksilber, nach hydrostatischen Verhältnissen, darin so hoch stehen, als auswendig, es sinkt aber dann nur bis zur Höhe kl. Das Quecksilber kann nachher nicht eher ins Haarröhrchen hinaufsteigen, als bis seine Theile oberflächlich sind. Da die Theile des Quecksilbers auf dem Glase nicht zerstreuen, so kann die Cohäsion mit dem Glase und Quecksilber diese Trennung nicht bewirken. Es wird daher ein Druck des umgebenden Quecksilbers nöthig seyn, um die in Zusammenhang der Theile des Quecksilbers aufzuheben. Es muß also der Druck des Quecksilbers in der Höhe kg oder kl um das Haarröhrchen herum angewendet werden, um die in das Haarröhrchen aufsteigenden Theile des Quecksilbers von einander zu trennen. Es kann also nicht auch noch die Luftdruck bewirken, das Quecksilber ins Haarröhrchen bis zur Höhe kl zu erheben, und es bliebe also dasselbe nur bis zur Höhe kl im Haarröhrchen stehen. Es folgt hieraus, daß immer gleich viel an der Höhe des Quecksilbers im Haarröhrchen fehlen mußte, es mag so tief untergetaucht werden, als es will.

Mus. h. 160. 161. a. a. D. in den Phil. phys. experim. C. 505.

ung expansible. Die ersten, wie die Lüste, haben eine expansive Elasticität ursprünglich; wenigstens ist bey ihnen keine Substanz und unsere Sinne zeugen davon, von der wir ihre überwiegende Expansivkraft annehmen. Die Dämpfe hingegen besitzen eine abgeleitete Expansibilität, und verdanken dieselbe der Wärme.

33. Ferner unterscheide ich rein- und expansible oder expansible Flüssigkeiten. Bey den ersten, wie bey dem Wärmerstoff und dem Lichte, folgen die Theile in Folge der Expansivkraft, sie sey ursprünge-lich abgeleitet, keiner andern Grundkraft; sie ver- breiten sich von dem Orte aus, wo die abstoßende Kraft ih- rer Theile thätig zu werden anfängt, nach allen Richtun- gen mit gleicher Verdünnung, und nur die ihrer Expansivs- kraft entgegenwirkende Anziehung anderer Grundstoffe kann die Ausbreitung derselben ins Unendliche Gränzen setzen. Die expansiblen Flüssigkeiten heißen auch strahlende.

34. Zur leichtern geometrischen Construction bey der Erklärung der Erscheinungen der rein- und expansiblen Flüssigkeiten ist es zwar erlaubt, sich die Verbrei- tung in Strahlen, und als discretet Theilchen in Linien vorzustellen; aber in der Wirklichkeit ist die flüssige Vorstellungsart durch nichts zu erweisen. In vielmehr, wie alle Materien, auch bey der größ- ten Ausdehnung, ihren Raum mit Continuität.

35. Die schweren expansiblen Flüssigkeiten, wie die Luftarten und Dämpfe, besitzen wahr- scheinlich eine abgeleitete, durch die Wärme bedingte, Elasticität; von den ersten steht es zu vermuten, von den andern ist es erwiesen; und bey beyden verursacht die Ausdehnung ihrer Theile, daß sie sich nicht so, wie die rein- und expansiblen Flüssigkeiten (S. 133.) verbreiten können.

36. Von diesen schweren ausdehnungsfähigen Flüssigkeiten (S. 135.) unterscheiden wir zweyerley Arten: gasförmige oder Luftarten (*fluida aëreiformia*), und

dem Rande gebracht worden ist. Sät man, wenn der Körper in der Mitte ruhig liegt, einen andern Körper, der von der Flüssigkeit naß wird, in der Nähe des schwimmenden Körpers hinein, so wird der letztere sich davon abwärts bewegen.

*Exempl:* Eine mit Zett bestrichene und mit Pulver zusammen festverleimte kleine gläserne Kugel geht auf Wasser in einem Glase von der Hand zum Fuß, wenn die man sie ansetzt hat. Liegt sie in der Mitte ruhig, und taucht man den Finger in der Nähe derselben hinein, so bewegt sie sich vom Finger abwärts. Die Bewegung eines schweren Körpers auf der festen Ebene ruhet hier auf, wenn man zugleich erwägt, daß das Wasser an der Wand des Glases und am Finger höher steigt, als weiter abwärts.

§ 169. So wie die verschiedenen ungleichartigen Körper nicht mit gleicher Kraft unter einander zusammenhängen (S. 147.), so zeigen auch die verschiedenen ungleichartigen Bestandtheile der Körper selbst nicht eine gleich starke Anziehung unter einander; und die Erfahrung lehrt, daß zwei verbundene und zu einem sich gleichartigen Ganzen vereinigte ungleichartige Stoffe dadurch getrennt werden können, wenn ein dritter Stoff dazugesetzt wird, mit welchem einer von den beiden verbundenen stärker zusammenhängt, als sie unter sich selbst zusammenhängen.

„Der Grund aller chemischen Anziehung enthalten, neben dem drittem Stoff, die acquirirten anziehenden und abstoßenden Kräfte der Materie.“

§ 170. Man nehme diesemnach an, daß zu einem aus zwei ungleichartigen Bestandtheilen a und b zusammengesetzten Körper C ein anderer Stoff d gesetzt werde, mit welchem a stärker zusammenhängt als mit b, so wird sich natürlicherweise a mit d vereinigen, und wenn diese Verbindung nun keine Anziehung mehr mit b hat, so wird b abgeschieden.

*Exempl:* Setzt man zu einer Auflösung (C) aus Weingeist (a) und Essig (b), Wasser (d), so wird das Letztere abgetrieben. Setzt man zu einer Auflösung des arabischen Gummis in Wasser, Weingeist, so wird das Gummi abgetrieben. Wenn man die Auflösung der Salpêtre im Salpêtresäure mit kohlensaurem Alkali, so wird das Letztere getrennt. Durch Kupfer trennt man das in Quecksilber aufgelöste Silber, durch Eisen das in Salzsäure aufgelöste Kupfer.

§. 171. Es wird also hier durch die stärker oder schwächer wirkende Anziehung eine Trennung ungleichartiger Theile (§. 111.) bewirkt, die vorher ein homogenes Ganzes ausmachten, und durch äußere Gewalt nicht getrennt werden konnten, durch die man nur gleichartige Theile von einander absondern kann.

§. 172. Die Wirkung dieser den Stoffen in der Natur bewohnenden Kraft der Anziehung, vermöge welcher sich ungleichartige unter einander stärker oder schwächer anziehen, nennt man die chemische Verwandtschaft (*Affinitas chemica*); und man schreibe demjenigen Stoffe eine nähere oder stärkere Verwandtschaft mit einem andern zu, als mit einem dritten, der von jenem stärker angezogen wird, als von diesem.

§. 173. Man hat mehrere Arten der Verwandtschaften unterschieden, ohngeachtet es immer eine und eben dieselbe Kraft ist, die sie bewirkt, und die sich nur nach der verschiedenen individuellen Natur der Materie stärker oder schwächer, und nach Verschiedenheit der Umstände in gewissen Abänderungen zeigt. Sie lassen sich aber sämmtlich auf drei Arten zurückbringen.

§. 174. Die erste ist Verwandtschaft der Zusammensetzung oder die mischende Verwandtschaft (*Affinitas mixtionis, compositionis, synthetica*), wenn zwei oder mehrere ungleichartige Stoffe sich zu einem neuen völlig gleichartigen Ganzen vereinigen.

Beispiele: Baumöl und Wasser.

Öl und Wasser,

Salz und Wasser,

Wasser und Weingeist,

Öl und Wachs,

geschmolzenes Blei und Zinn,

Eisenerz und Schwefelstein,

Asche und Kalk,

Essig und Schwefel,

Essig und Gold,

Silber, Gold und Kupfer, u.

§. 175. Hierher gehört auch die Aneignung (Appropriatio), wenn zwei ungleichartige Stoffe, die keine zusammensetzende Verwandtschaft gegen einander äußern, durch Hilfe einer dritten Substanz, und mit dieser zusammen, in Verbindung treten, und sich zu einem homogenen Ganzen vereinigen.

Beispiele: Sennes Oel, Wasser, N. Fall.  
Schwefel, Wasser, N. Fall.

Eben so wenig, als diese anstehende Verwandtschaft, ist die so eben genannte vorbereitende als eine eigene Art der Verwandtschaft zu unter-  
scheiden.

§. 176. 2) Die einfache Wahlverwandtschaft (Alimtus electiva simplex) findet Statt, wenn zwei mit einander zu einem gleichartigen Ganzen vereinigte ungleich-  
artige Stoffe durch einen hinzukommenden dritten getrennt werden, der einen von den beiden verbundenen stärker an-  
zieht, als sie sich unter einander anziehen, und wobei der andere abgetrieben wird.

Beispiele:

Vorherige Zusammensetzung.		
Salz	Wineisig. Wasser	Neue Zusammensetzung.
Vorherige Zusammensetzung. (Alaum)		
Ebonerde	Schwefelsäure. Schwefelsalz.	Neue Zusammensetzung.
Vorherige Zusammensetzung. (Vergallung)		
Blut	Schwefel. Eisen.	Neue Zusammensetzung.

Der vorstehende Ausdruck Wahlverwandtschaft wurde von Berz-  
lius eingeführt, nemlich der Vorstellung, daß der bei Zerlegung eines  
Gemisches ab durch c, oder von c durch c, oder anwachsend, mit  
Alaum, angetrieben werde; Berzelius hat auch darauf zu zeigen, daß  
die Zerlegung sowohl im obigen, wie auch im von c durch c, oder  
unter zu erwachsenden doppelten Wahlverwandtschaft größtentheils  
in Stande kommt durch die Einwirkung der Erbsäure, daß jedoch  
auch darauf — wie auf die Einwirkung anderer oder mehrerer Materien  
— die milde, gelbe oder erst geschwefelte Auscheidung beruht  
ben, das heißt, die Wärme, und vorzüglich die Menge der in Ber-  
zelius'schem Gemisch enthaltenen Materien. Berzelius hat  
Berzelius'sche Unterzeichnung über die Natur der Verwandtschaft in der

Chemie, aus dem Franz. übers. von F. W. Giffert. Berlin 1802, 8. L. L. Berthollet's Verh. einer chem. Stat. I, aus dem Franz. vom Berthollet und Giffert. I—II B. Berlin 1801, 8. Diese beiden Werke sind die Grundlage der chemisch mathematischen Stat. von Berthollet, die sich aus den verschiedenen oder getrennten Wirkungen, welche der Berthollet'sche Lehrsatz zusammenfassen, das zwei oder mehrere aus gasförmigen Materien in sich in allen Verhältnissen zu mischen vermögen, wenn kein Hinderniß entgegensteht, wurde von mehreren Chemikern bestritten, und es sich bald darauf herausstellte, was bereits Richter gezeigt hatte, daß sich die chemisch wirksamen nur in bestimmten Verhältnissen mit einander vermischen, und daß die Materie, aus welcher die Materie besteht, die Wirkung auf nur in einem bestimmten Massenverhältnisse vertreten werden könne (vergl. 4. u. 9. Ann.), so verhielt sich dadurch Berthollet's Lehre eine berechtigte, die Chemie der mathematischen Naturwissenschaften sehr machende Vertheilung. Vertheilung der Materie in 2 oder 3 Theile. Zwischen Einfluß der Elemente auf die chemische Zusammensetzung und Abhängigkeit haben, wird weiter unten gezeigt werden.

§. 177. „Neueren Erfahrungen gemäß verhalten sich alle bekannten ungleichartigen Materien, hinsichtlich der für sie möglichen chemischen Wirkungen als Gegenstoffe oder entgegen gesetzte Stoffe, deren gegenseitige Anziehungen in bestimmten Verhältnissen zu ihren Massen stehen, und die mit bestimmter Masse chemisch ziehend dadurch einen bestimmten oder bestimmbaren chemischen Wirkungswert, ihrer Stöchiometrischen Werth zu erkennen geben; vergl. oben §. 128. Ann. Hat man diesen Werth für jeden der bekannten Stoffe in Zahlen ausgedrückt, so kann man mit Hilfe derselben für je zwei Stoffe oder für je zwei Gemische u. s. w. die Mengenverhältnisse bestimmen, in welchen sie sich zu festen Gemischen zu vereinigen vermögen; vergl. §. 9. Ann. Zugleich hat sich aber auch ergeben, daß die stöchiometrischen Werthe, mit den Dichtigkeiten, Cohärenzen, Eigengewichten (Wärmegrößen der einzelnen Materien oder specifischen Wärmen) und mit der Art und dem Maße der durch Berührung ungleichartiger Materien zu Stande kommenden gegenseitigen Elektricität (deren wir ebenfalls weiter unten gedenken werden) in bestimmten Verhältnissen stehen, so daß eines dieser verschiedenen Verhältnisse nicht abgeändert werden kann, ohne daß dadurch alle übrigen eben so bestimmte entsprechende Abänderung erleiden. R.“







(Solvens, Menstruum), den andern aber, der sich mehr leidend zu verhalten scheint, den aufzulösenden Körper. Dieser Unterschied ist aber in der Wirklichkeit nicht gegründet, sondern beide Materien verhalten sich thätig. Um des Sprachgebrauchs willen kann man ihn indessen beider halten.

§ 181. Bei jeder Auflösung wird nicht bloß der Zusammenhang der Theile des aufzulösenden Körpers aufgehoben, sondern dieser wird so mit dem Auflösungsmittel vereinigt, daß sie nun beide zusammen eine Masse ausmachen, die sich völlig gleichartig ist, und in welcher man auch mit dem besten Vergrößerungsglase nicht mehr die ungleichartigen Theile, die sich aufgelöst haben, von einander unterscheiden kann. Es muß also nothwendig eine wechselseitige Anziehung zwischen den Theilen des Auflösungsmittels und des aufzulösenden Körpers Statt finden, welche stärker ist, als die, zwischen ihren respectiven gleichartigen Theilen selbst; oder die Verwandtschaft der sich auflösenden Körper muß größer seyn, als der Zusammenhang ihrer gleichartigen Theile.

„Berthollet's Ansicht gemäß, giebt es überhaupt keine Wahlverwandtschaft, sondern es tritt jede ungleichartige Materie mit der ihr gemäß ihrer Cohärenz, i. e. Kräfte, zukommenden Kraft der Anziehung, die im Verhältniß ihrer wirkenden Masse junimmt, in die Verbindung, und das Product der eben gedachten Anziehung mit der Masse, nennt B. die chemische Masse und fñhet das chemische Moment; a. a. O. Kr.“

§ 182. Zur vollkommenen Auflösung specifisch verschiedener Materien durch einander gehört, daß darin kein Theil der einen angetroffen wird, der nicht mit einem Theile der andern, von ihr specifisch unterschiedenen in derselben Proportion wie die ganzen vereinigt wäre. Nun ist offenbar, daß, so lange die Theile einer aufgelöseten Materie noch Klümpchen sind, nicht minder eine Auflösung derselben möglich ist, als die der größern, ja daß diese wirklich so lange fortgehen muß, wenn die auflösende Kraft bleibt, bis kein Theil mehr da ist, der nicht aus dem Auflösungs-

mittel und der auflösenden Materie in der Proportion, worin beide zu einander im Ganzen stehen, zusammengesetzt wäre. Weil also in solchem Falle kein Theil von dem Volumen der Auflösung fern kann, der nicht einen Theil des auflösenden Mittels enthielte, so muß dieß als ein Continuum das Volumen ganz erfüllen; eben so, weil kein Theil eben desselben Volums der Solution fern kann, der nicht einen proportionirlichen Theil der aufgelöseten Materie enthielte, so muß auch diese als ein Continuum den ganzen Raum, den das Volumen der Mischung ausmacht, erfüllen. Wenn aber zwei Materien, und zwar jede derselben ganz, einen und denselben Raum erfüllen, so durchdringen sie einander; und also ist eine vollkommene chemische Auflösung eine Durchdringung der Materie, die allerdings eine vollendete Theilung ins Unendliche enthält. Ihre Unbegreiflichkeit ist auf Rechnung der Unbegreiflichkeit der unendlichen Theilbarkeit eines jeden Continuuums zu schreiben.

§. 183. Nach den Principien der chemischen Naturwissenschaft würde es gar keine wahre Auflösung geben, sondern diese wäre doch nur immer Nebeneinanderstellung der kleinsten ungetheilten Theile. Nach derselben würden überhaupt nur gemengte, nicht gemischte Körper (§. 113) in der Wirklichkeit Statt finden.

„Nach Dalton (New System of Chemical Philosophy, übersetzt von Wolf) sind nicht nur die als Einzelwesen anerkannten Urfasern des Lichts und der Wärme unzerstörbare Materien, d. h. solche die zertheilt werden nicht oder werden, als die chemische Analyse es auf sie einwirkt, und die sich daher durch andere Materien so hindurch bewegen (ohne daß diese zertheilt werden), als ob diese anderen Materien die Unzerstörbarkeit ihres Raumes gar nicht erlaubten, sondern es ist auch eine Materie für die andere, oder eine Materie für das Licht, und andere trockbare Flüssigkeiten, so sehr manche trockbare Flüssigkeit für eine andere Flüssigkeit der Art in diesem Sinne unzerstörbar. Dasselbe nehmen mehrere Physiker auch von jenen elektrischen Flüssigkeiten (§. 11. Wasser etc.) an, die durch chemische Prozesse, durch Quarz etc. und mehrere Flüssigkeiten und feste Körper hindurch hindurch werden, und endlich schalten einige dieser Physiker das feste chemische Medium eine andere durch chemischen Übergang über einander ab, d. h. durch den Durchgang; wodurch man die chemische Wirkung u. d. d. h. vergleichen kann.“

§ 184. Das Volumen zweier Körper, die sich aufgelöst haben, ist gewöhnlich kleiner, als die Summe ihrer Volumina vor der Auflösung. Seltener erfüllt das neuentstandene Gemisch ein größeres Volum, als seine Bestandtheile vor der Auflösung hatten. Beides giebt einen Beweis von der Abänderung, welche die anziehenden Kräfte der Materie durch die wechselseitige Auflösung erleiden haben.

Beispiel:

- a) Vor der Auflösung erfüllen, bey 60° Fahrh. t.  
100 Gr. Alkohol, vom eigenthüml. Gewichte = 0,805, ein Volumen = 100.  
100 Gr. Wasser, vom eigenthüml. Gewichte = 1,000, ein Volumen = 100.
- b) Nach der Auflösung erfüllen, bey gleicher Temperatur:  
200 Gr. aus  $\left\{ \begin{array}{l} 100 \text{ Gr. Alkohol} \\ 100 \text{ Gr. Wasser} \end{array} \right\}$  vom eigenthümlichen Gewichte = 0,95000, ein Volumen = 177,41.

Also Verminderung des Volums = 5,09.

Ja. Das. Hahn diss. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus I B. 1751. 4. De densitate mixtorum e metallicis et semimetallis factorum, anct. Christ. Eberg. Gellert, in den comment. acad. petrop. T. XIII. p. 382. übers. in Crell's neuem Journ. Phys. B. IV. S. 918. De densitate metallorum secum permixtorum, anct. G. Wolsf. Kraft, ebendasselb. T. XIV. p. 652. übers. ebendaf. S. 517. Versuche und Beobachtungen über die specifische Schwere und die Zusammenziehung verschiedener Salzerzen, — von Lich. Kirwan, a. d. Engl. von L. Crell. Berlin und Gießen 1745. H. 8. Anmerkungen über die Zusammenziehung auf Zinn und Blei, von Axel Bergenkierus; in den neuen schwed. Abhandl. B. I. 1780. S. 156.; übers. in Crell's neuem Erndechungen, Th. VIII. S. 160. Versuche über die Veränderungen der Dichtigkeiten bey Vermischung von Alkohol und Wasser, von Gilm; in Green's neuem Journ. der Physik. B. II. S. 585. 8. Versuche über die Veränderung des Volums und über die Zusammenziehung der Gefäße, die bey der Kristallisation; Statt hat, von Herrn Vauquelin; ebendaf. B. III. S. 81. 8.

„Der Grund der bestimmten Proportion, in welcher sich ungleichartige Materien mischen, liegt in dem Verhältniß des Gleichgewichts zwischen der Ausdehnungskraft jedes Bestandtheils und der Zusammenziehung der verschiedenen Bestandtheile; ist die Ausdehnung der einzelnen Bestandtheile größer als die Zusammenziehung beider, so ist das Gemisch minder dicht als das Mittel aus beider Dichtigkeiten: ist umgekehrt die Zusammenziehung größer, so ist das Gemisch dichter als das Mittel aus beiden Dichtigkeiten.“ Kr.

§ 185. Die durch Auflösung entstandene Substanz besitzt andere Eigenschaften, und zeigt eine andere Natur,

als die einzelnen Stoffe, woraus sie besteht, und ist nun als eine neue, specifisch davon verschiedene Materie anzusehen.

§. 186. Zwen feste Körper können sich einander nicht auflösen. Die Summe der Cohäsionskräfte ihrer gleichartigen Theile ist größer, als die Summe ihrer Verwandtschaften. Schon in der ältern Chemie hatte man daher den Grundsatz: *corpora non agunt, nisi fluida*. Es muß also erst immer, wenigstens bey Einem Körper, die Cohäsion seiner gleichartigen Theile in einem hohen Grade vermindert, d. h., er muß flüssig gemacht werden, ehe eine Auflösung vor sich gehen kann.

§. 187. Man unterscheidet hiernach Auflösungen auf nassem Wege (*Solutiones humidae*) und Auflösungen auf trockenem (*Solutiones siccæ*). Von jenen ist von den sich auflösenden Substanzen wenigstens Eine schon an und für sich im trockbarflüssigen Zustande; die andern hingegen sind sie an und für sich fest, und sie müssen erst durch Schmelzung in den Zustand der Flüssigkeit versetzt werden, ehe sie sich auflösen können.

§. 188. Wenn ein flüssiges Auflösungsmittel von einem festen auflösenden Körper so viel in sich genommen hat, als es nur davon auflösen kann, so sagt man, es sey gesättigt (*saturatum*). Die Verwandtschaft des ersten gegen die Theile des letztern hat alodann ihre Gränzen. Sehr oft ist diese Sättigung nach der verschiedenen Temperatur außerordentlich verschieden.

§. 189. Wir merken hier noch den Unterschied zwischen partieller und totaler Auflösung. Bey der ersten wird nicht die ganze Materie, sondern nur der eine oder andere Bestandtheil derselben vom flüssigen Auflösungsmittel in sich genommen, mit Zurücklassung der übrigen, gegen die das letztere keine Verwandtschaft hat. So kann also auch die Auflösung zur Schiedung dienen.

Ein Beispiel giebt die Schiedung des Goldes vom Silber durch die Quarz.

§. 190. Wenn hierbey der abgeschiedene Stoff, ein einfach oder zusammengesetzt, bey der Temperatur, wo wir leben, die Aggregation der ausdehnbaren Flüssigkeit annimmt, oder luftförmig wird, so geht dann die Auflösung mit Gerdusch und Aufschäumen vor sich, das man das Aufbrausen (*Effervescenz*) nennt.

§. 191. Wenn der abgeschiedene Körper aus der Auflösung als ein fester Körper zum Vorschein kommt, so nennt man es Niederschlagung oder Fällung (*Praecipitatio*). Der auf diese Art abgeschiedene Stoff heißt ein Niederschlag (*Praecipitatum*), und der Körper, der wegen seiner nähern Verwandtschaft den Niederschlag bewirkt, das Fällungs- oder Niederschlagungsmittel (*Praecipians*).

§. 192. Die Niederschlagungen geschehen bald durch einfache Wahlverwandtschaft, entweder so, daß das Auflösungsmittel mit dem Fällungsmittel näher verwandt ist, als mit dem aufgelöseten Körper, und dreyßhalb mit jenem zusammentritt und diesen fahren läßt; oder so, daß der aufgelösete Körper gegen das Fällungsmittel mehr Verwandtschaft hat, als gegen voriges Auflösungsmittel, und damit ein im letztern unauflösliches Product bildet: bald durch eine doppelte Wahlverwandtschaft.

§. 193. Dessennach sind die erhaltenen Niederschläge aus einer und derselbigen Auflösung verschieden; und man kann daher nach der Wahl des Fällungsmittels einen Körper aus einerley Auflösungsmittel unter sehr mannichfaltigen Umständen niederschlagen.

§. 194. Die Niederschlagungen unterscheidet man, theilweis auch, wie die Auflösungen (187), in Niederschlagungen auf nassem Wege, und Niederschlagungen auf trockenem Wege.

§. 195. Alle Niederschlagungen geschehen nach Bergmann durch Wahlverwandtschaften, nach Berthollet in Folge der vorwaltenden Cohäsionen, und es giebt im eigent-

lichen Sinne keine sogenannten freywilligen Niederschläge (Præcipitationes spontaneæ, spuriae.) Das wären Wirkungen ohne Ursach.

*Verk. Bergmann de attractionibus electricis; in seinen opusc. phys.-chemicis Vol. III. S. 231. Des Herrn Guyton Moeirveau's Pharmacie theoretische und praktische Grundsätze der chemischen Medicin oder Wablungskunst. Aus dem Franz. von Dav. Jos. Veit, Herausgeber von Hrg. Fr. Heroldstädter. Weilm. 1794. 8. Gren's systematisches Handb. der Chemie, Th. IV. S. 144 ff.*

„Verrat auch Berthollet a. a. O. Im 2ten und 3ten Abschnitt meiner Einleitung, habe ich es versucht, die neuen Bergmann's, Berthollet's und Dalton's Lehren von der chemischen Verbindung bekannt zu machen. Diese Lehren sind einer beunruhigenden Eigenschaft zu unterwerfen.“

### Drittes Hauptst. d.

## Phänomene der Schwere im Allgemeinen.

### §. 196.

Jeder Körper, welcher unterstützt ist, drückt auf die Unterlage, welche ihn unterstützt, und fällt oder bewegt sich, wenn die Unterstüßung weggenommen wird, in einer geraden Linie nach der Erde zu, ohne daß wir eine äußere Ursache dabei wahrnehmen, welche diese Bewegung hervorbrächte.

§. 197 Diese Richtung zeigt ein Faden an, woran ein Körper frey herabhängt. Eine Linie in dieser Richtung heißt eine lothrechte, senkrechte oder verticale Linie (*Linea verticalis*). Eine Ebene, worauf sie senkrecht ist, heißt eine waßerrechte oder Horizontale Ebene (*Planum horizontale*), und eine gerade Linie, in dieser Ebene gezogen, eine waßerrechte oder Horizontale Linie (*Linea horizontalis*.)

„Die

„Die Richtungen Schwere, in die Welt von einander (etwa 50 f. d. 50 Fuß) fallender Körper und mithin auch die Richtungen der Zellen, an welche schwere Körper befestigt neben einander hängen) werden für parallel angenommen, womöglich, streng genommen, als zusammenlaufend (convergirend) sind. Man läßt jene Richtung als Null, weil, wenn man die Höhe von 3 W. 50 Fuß mit jener des Erdoberflächenmittelpunkts = 860 Meilen vergleicht, sie zu einer unbedeutenden Proportion drückt.“

§. 198. Dieses Bestreben der Körper, in senkrechter Linie gegen den Horizont sich von selbst zu bewegen, wenn sie nicht unterstützt sind, oder nach eben der Linie die Unterlage, worauf sie ruhen, zu drücken, heißt die Schwere (Gravitas).

§. 199. Da auf der Oberfläche einer Kugel keine andere Linie senkrechte steht, als diejenige, welche verlängert durch den Mittelpunkt der Kugel geht, so müßte auch, wenn die Erde eine kugelförmige Gestalt hätte, die Directionslinie der fallenden Körper verlängert gegen den Mittelpunkt der Erde gehen. Da aber die Erde eigentlich keine Kugel, sondern ein Erhäroid ist, so gehen zwar nicht alle Richtungen der Schwere durch ihr Centrum; in der Praxis aber können wir ohne merklichen Fehler hier die Erde als eine vollkommene Kugel, und, wegen der großen Entfernung des Centrums derselben von der Oberfläche, die Directionslinien der Schwere benachbarter Körper auch als parallel ansehen.

„Auf großen rubiacen Gewässern, auf den Meeren etc., ist die Richtung der Schwere überall senkrecht, und da die Meeres-Oberfläche, als wahre Oberfläche der Erdoberfläche, liegt, so geht die Richtung der Schwere von der Meeresoberfläche ab, überall nach dem Mittelpunkte der Erde.“

§. 200. Die Schwere ist eine stetig wirkende Kraft: denn wir nehmen ihre Wirkung, Druck und Fall der Körper, in jedem Augenblicke der Beobachtung und ununterbrochen wahr.

§. 201. Die Schwere ist eine Eigenschaft aller leblichen Körper, und durch sie wird erst die Verbindung derselben unter einander zu unserem Erdballe möglich. Durch



gegen zu sehen, so folgt aus richtigen mechanischen Gründen, daß das Gleichgewicht dann erst entstehen könne, wenn die Masse eine Kugelgestalt angenommen hat.

Darüber gehört es, das Können der Metalle, und die Verfertigung des Brotes aus Dien.

§. 141. Auch feste Körper nehmen eine bestimmte Form an, und ihre Theile bilden Gruppen von eigenen Gestalten, sobald sie ungehindert der Bewegung folgen können, welche die Anziehungskraft in bestimmten Richtungen unter ihnen hervorbringt. Hier ist nun der merkwürdige Umstand, daß die Theilchen sich nicht nach allen Richtungen mit gleicher Stärke anziehen, und daß die schon gebildeten kleinern Gruppen und Grundgestalten sich in gewissen Flächen stärker anziehen, als in andern, und solchergestalt polyedrische Solida bilden, die wir Krystalle (Crystals) nennen.

§. 142. Damit nun feste Körper Krystalle von bestimmten und regelmäßigen Formen bilden, oder sich gehörig krystallisiren, ist nöthig, 1) daß sie erst in den Zustand der Flüssigkeit gebracht werden, um Verschiebbarkeit der Theile in hohem Grade zu erhalten, und 2) daß sie allmählig und ohne Störung wieder erstarren, oder aus Flüssigkeit in Festigkeit übergehen, während welches Ueberganges aus Flüssigkeit in Festigkeit sich die Theile in bestimmten Richtungen aneinander fügen, und so Körper von bestimmten Umrissen, wenigstens von bestimmtem Gefüge, bilden.

„Nach Hauy unterscheiden wir Jätere oder sekundäre und „primäre“ (Klein-) oder „primitive“ Gestalten oder Grundformen, von denen die letzteren sich in allen, auch noch so verschiednen secundären Formen, gleich bleiben, wenn die Erde und ihre Gemische (z. B. in den verschiedenen Mänteln der Metalle) nicht wesentlich von einander abweichen.“ Demnach weichen die Jätere (Kristalle) jedoch man von den letzteren zu den untern Gestalten, und dann folgt man diebeim, indem man die Aufeinanderwirkung entweder nachlaufend mit den verschiedenen der Kristallform, oder nach transversalen Richtungen verfolgt, auf mehrere Linien, gleichbedeutende Massen, ziehen, die von Hauy mitgetheilte Moleküle genannt werden, und deren Gestalt nach der tetraedrisch, oder der hexagonal prismatisch oder parallelipipedisch ist. Jätere des aus John's Handwörterbuch d. Oberfl. S. 11, 31, entlehnte, Begriffel mag dazu dienen, den Unterschied der leuchtenden Moleküle, der elementaren Bestandtheile



nicht befriedigen; und immer bleibe, außer andern Schwierigkeiten, dabei noch die Frage übrig: woher hat diese schwerermachende Materie ihre Kraft? Wir müssen einsehen, daß wir von der Schwere an sich, als Ursach des Phänomens der Gravitation, gar nichts wissen. Wir sehen hier nur das Phänomen, und die Ursach davon liegt außer unserer Erfahrung.

*Cersæi princip. philos. L. IV. prop. 19. 20. §. Christ. Hugenii diss. de causa gravitatis: in suis operibus reliqu. T. I. S. 93 ff. De causa gravitatis physica generali disquisitione experimentalis, auct. Geo. Bernh. Bälzinger, Paris 1728. 4. Krugerskeins Vorlesungen über die Experimentalphysik, S. 60. Laurence newtonien, par Mr. le Sage, in den Mém. de l'Acad. roy. des Sc. de Berlin, année 1722. S. 404 ff.*

§. 206. Die Erfahrung lehrt uns, daß verschiedene ungleichartige Körper von einerley Umfang nicht gleich stark nach der Richtung der Schwere drücken. Die Größe dieses Drucks, den ein Körper äußert, heißt sein Gewicht (Pondus). Gewicht und Schwere müssen nicht mit einander verwechselt werden. Schwere ist die beschleunigende Kraft (§. 80.), in so fern sie auf jeden Theil der schweren Masse wirkt; Gewicht aber ist die bewegende Kraft dieser schweren Masse, oder das Product aus der beschleunigenden Kraft der Schwere durch die Quantität der davon affectirten Materie, oder durch die schwere Masse (§. 80.). Hieraus folgt denn, daß die beschleunigende Kraft der Schwere einer Masse gleich sey dem Gewichte derselben, dividirt durch die schwere Masse.

Wenn wir die beschleunigende Kraft der Schwere  $f$ , und zwei Massen, die von ihr affectirt werden,  $M$  und  $m$ , die Gewichte dieser Massen aber  $P$  und  $p$  nennen: so ist  $P = f \cdot M$ ;  $p = f \cdot m$  also

$$f = \frac{P}{M} = \frac{p}{m}; \text{ und } P : p = fM : fm,$$

In so fern die Schwere eine stetige Kraft ist, und eine gleichförmig beschleunigte Bewegung hervorbringt, und in so fern alle Theile einer Masse von der Schwere affectirt werden, lassen sich auch für die Beschleunigung schwerer Massen folgende Sätze annehmen:

- 1) Das Product aus dem Gewichte ( $P$ ,  $p$ ) durch die Zeit ( $T$ ,  $t$ ) ist gleich dem Producte der Masse ( $M$ ,  $m$ ) aus der Geschwindigkeit ( $C$ ,  $c$ ), oder  $PT = MC$ , und  $pt = mc$ .

- a) Die Gewichte, mit den Quadraten der Zeiten multiplicirt, sind gleich den Massen, mit den durchlaufenen Räumen (S, s) multiplicirt, oder  $PT^2 = MS$ , und  $PP^2 : p^2 = MS : ms$ .
- 3) Die Gewichte, mit den Räumen multiplicirt, sind gleich den Massen, mit den Quadraten der Zeit und gleichem multiplicirt, oder  $PS = MS^2$ , und  $PS : ps = MS^2 : ms^2$ .
- Man sehe d. e. Num. zu § 80.

Ar.<sup>m</sup>

§. 207. Da die Schwere allen gleichartigen Theilen eines schweren Körpers eingestlanget ist, so kann die beschleunigende Kraft an und für sich weder vermehrt noch vermindert werden, die Theile mögen vereinigt oder von einander getrennt seyn; das Gewicht hingegen ändert sich nach dem Unterschiede der Quantität der schweren Materie, woraus der Körper besteht.

Wenn wir die Quantität aller von der beschleunigenden Kraft der Schwere (§. 187) affecteden Theile M nennen, und annehmen, daß ein Theil m von dieser Masse wegzunehmen wird: so wird das übrige Gewicht p = M - m kleiner seyn, als vorher P oder S. M war; die beschleunigende Kraft aber wird unner dieselbige bleiben, denn

$$\frac{P(M-m)}{M-m} = \frac{P.M}{M}$$

§. 208. Wenn alle Materie schwer wäre, so wären wir berechtigt, anzunehmen, daß die Körper, welche mehr Gewichte haben, auch mehr Materie enthalten, oder dichter wären (§. 53.), und umgekehrt; und Masse (§. 49.) und Gewichte wären daher gleichbedeutend. Wenn es aber nicht schwere Materien giebt, so können dichtere Körper nur in so fern Körper schwereren Art, schwererartige Körper (*Corpora specificis graviora*), und lockere, Körper leichterem Art, leichterartige Körper (*Corpora specificis leviora*) genannt werden, in wie fern jene bez. einerley Volumen mehr, diese aber weniger schwere Materie enthalten. Das Gewicht zeigt also nicht die Quantität der Materie, sondern nur die Quantität der von der Schwere affectirten Materie an (§. 53.)

§. 209. Das Gewicht eines Körpers an sich, oder die Ponderosität desselben (wenn ich so sagen darf), läßt sich nicht bestimmen, sondern nur die Verhältnisse des Ge-

## Grundstoffe und Formen der Körper u. ihre Cohärenz. 85

zug, sich regelmäßig an einander anzulegen, und die Bildung wird unformlich.

Beispiele von der Bildung der Krystalle oder wenigstens einer regelmäßigen Gestalt unter den angeführten Bedingungen: 1) des Schmelzens und Erstarrens, sind: das Eis, besonders bey dem Gefrieren der Erde, der Schwefel, der Spiegellackstein, der Wismuth u. s. 2) des Auflösenden in tropfbarer Flüssigkeit: a) des Abkühlens oder Abkühlens: die mannigfaltigen Salzkrystalle, der Schwefeltrübchen; b) des Abkühlens: die Metallabkühlungen u. s. 3) der Verwindung in Dampf und Abkühlung: der Schnee, die krystallinischen Sublimata und sogenannten chemischen Blumen; 4) des feinen Zertheilens im Wasser oder in andern Medien: die Bildung der salzigen Stalacten mit Topfe.

„Ueber die Gesetze der krummlinigen Begränzung organischer Wesen vergl. mein Syst. d. Chemie S. 65 u. f. Br.“

§ 145. „Bernhardi's Untersuchungen zufolge des Haupten Stoffe von regelmäßiger Grundform in ihren gegenseitigen Verbindungen diese Gestalt jederzeit (wie dann die Verbindungen der Metalle das gemeinste Beispiel geben) während Stoffe von unregelmäßiger Grundform nach ihrer Vereinigung sowohl regelmäßige als unregelmäßige Krystalle bilden, und ein Stoff, welcher mit einem andern eine Verbindung eingeht, wird nur dann erst in seiner Grundform verändert, wenn die vereinigten Stoffe in dem gehörigen Mengenverhältnisse stehen.“

„Vergl. Kastner's Syst. S. 80 u. f. — Als Oxydide bleiben die Krystalle u. s. in den Grenzen der regelmäßigen Form, als „Oxyde“ hingegen verändern sie dieselbe mehr oder minder und endlich ganz. Der Grund hiervon liegt in der von Bernhardi erschlossenen Unregelmäßigkeit der Grundform des Sauerstoffs; denn nach D. zerfallen alle Grundstoffe in Abicht auf Grundform, in folgende zwei Klassen:

I. Grundstoffe von regelmäßiger Grundform.			II. Grundstoffe von unregelmäßiger Grundform	
A	B	C	A	B
Chlorin	Silicium	Tellur	Sauerstoff	Schwefel
Fluorin	Aluminium	u.	Stickstoff	Selenium
Jodin	Thorium	Wolfram	Wasserstoff	Phosphor
Bromin	u.	u.		Boron
	Magnium	Zinn		
	u. l.	Zink u.		
	Kalium.			

„Um die Winkel an den Krystallen zu messen, bedient man sich des Goniometers (Winkelmeßers). Br.“

- 3) Körper von ungleichem Volum und ungleichem absoluten Gewichte verhalten sich in ihrem specifischen Gewichte wie die Quotienten des absoluten Gewichtes durch die Volumina.

$$\text{Es ist Sätzept } Z: z = P: p \text{ oder } \frac{P}{V} = \frac{p}{v}$$

### Freyer Fall schwerer Körper.

§. 212. Da die Schwere ununterbrochen und stetig auf die Körper wirkt, so viel wir aus Erfahrung wahrnehmen können (§. 100.), so kann auch die Bewegung, welche ein Körper durch die Schwere bey dem Falle erlangt, keine gleichförmige Bewegung seyn (§. 72.), sondern der fallende Körper muß zu der erhaltenen Geschwindigkeit in jedem unendlich kleinen Zeittheile einen Zusatz erhalten, und folglich mit einer in unendlich kleinen Zeittheilen gleichförmig beschleunigten Bewegung (§. 72.) fallen.

§. 213. Es lassen sich also die oben (§. 74 — 97.) angeführten Sätze von der gleichförmig beschleunigten Bewegung der Körper auf den Fall der schweren Körper anwenden. Es folgt aus dieser Anwendung: 1) daß die Räume, welche ein schwerer Körper bey seinem freyen Falle in gleichen auf einander folgenden Zeittheilen zurücklegt, sich verhalten, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, u. s. f. (§. 78.); 2) daß sich die Räume, welche ein schwerer Körper, vom Anfange seiner Bewegung an, durch den freyen Fall zurücklegt, wie die Quadrate der Zeiten, oder der am Ende des Falls erlangten Geschwindigkeiten (§. 79.), und 3) daß die Geschwindigkeiten am Ende des Falls sich wie die Quadratwurzeln der Räume verhalten.

Wenn man S und s die zwei beliebigen Räume, T und t die darauf verwandten Zeiten, C und c die erlangten Geschwindigkeiten sind, so hat man:  $S : s :: T^2 : t^2$  (nach 2.), und  $T : t :: C : c$  (nach 3.); also auch  $C^2 : c^2 :: S : s$ , und folglich  $C, c = \sqrt{S} : \sqrt{s}$ . Enthält das die

Der hiesige Verfasser gründet die theoretiſchen und praktiſchen Chemie von ſich de Motteſau, Marrel und Euvander, 2. d. 1700. in der 2ten. Ausgabe; Th. 1. Cap. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.

Es werden den Verſtanden einer archen Anzahl von Verſuchen ſich zu ſehen man den von Edward: Verſuche über die Kraft, zu ſehen die ſich und flüſſigen Körper zuſammenhängen, nachſtehend die Erklärung der Geſetze, denen die Kraft im Abſicht ihrer Verſtärkung oder Verminderung nach der Natur einer jeden ſich zu ſehen zu ſehen ſich, in ſeinen chemiſch-archen Schriften S. 344 ff. (ſiehe auch ſiehe's Verſuche über Abhängigkeit von der Natur, III. S. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.)

§ 148. Es gründen ſich auf dieſe Kraft des Zuſammenhangs zwischen ungleichartigen Stoffen das Zuſammenſetzen, die Rütte, der Mörtel, das Löthen, das Verminen, das Verſilbern, das Vergolden.

§ 149. Aus verſchiedenen bisher angeſtellten Verſuchen ſcheint das Geſetz zu folgen: daß die Stärke der Adhäsion bey verſchiedenen Paaren von einerley Körpern, ſowohl von gleichartigen als ungleichartigen, mit der Menge der Berührungspunkte in Verhältniß ſteht.

Es ſind ſich archen Verſuche, denen Durchmeſſer ſich 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416.

der Cohäsion verloren geht, während durch die Verminderung ihrer Masse ihre Bewegbarkeit sehr erleichtert worden ist. R

„Von eben soviel Theilen Goldes verhält sich die absolute Größe nur das Quadrat des Durchmessers. Ueber das Gewicht der Erde; angestrichener Materien, L. oder die Anz. 12 9. 123. R

„Eine Nachricht von mehreren Erklärungsarten der nachstehenden Erscheinungen findet man in Hauys Physik, Abtheilung von Geist, Bd. I. Art. 1. S. 255 ff.“

§. 151. Auf den Zusammenhang flüssiger Materien mit festen, der größer oder kleiner ist, d. s. der zwischen den Theilen der flüssigen Materie selbst, gründen sich verschiedene merkwürdige Phänomene. Wenn ein fester Körper mit einem flüssigen stärker zusammenhängt, als der flüssige unter sich, so hängen sich bey der Berührung die Theile des letztern an die erstern an, und machen ihn naß, oder sie zerfließen auf ihm; wenn hingegen die Cohäsionskraft zwischen den Theilen d. s. flüssigen Körpers stärker ist, als zwischen diesem und dem festen Körper, so bleibt der letztere bey dem Hineintauchen in seinen trocknen, und der flüssige Körper zerfließt nicht darauf, sondern bildet Kügelchen oder Tropfen (§. 140). Da nun schwerere Flüssigkeiten auf leichtern festen Körpern allerdings zerfließen können, so ist dieß zugleich eine Bestätigung des vorigen Satzes (§. 149.)

Beispiele: Quecksilber zerfließt auf Gold, Silber, Blei und Zinn, und man kann allerdings sehen, es mache diese Körper naß, es zerfließt hingegen nicht auf Eisen, Stahl, Holz und Stein. Wasser zerfließt auf Glas, auf Holz und auf unserer Haut, und macht daher diese Körper naß; es zerfließt hingegen nicht auf einer mit Fett bestrichenen, oder bestrichen mit Schmalz, oder mit einem Fett. Man kann so weitersehen, wenn man auf die Fläche des Wassers Schmalz streuet, durch einen Hinderniß aus Glas zerfließen, oder daß die Kinder nach merken, wenn sie Wasser zerfließen nicht auf Steinen und erdigen Mauer, und bei den darauf in kleinen Massen Kügelchen oder Tropfen.

„Neben uns mit dem Pomer. wird das Wasser zerfließen, ist dieß ein Phänomen eine dreifache Ursache, es ist nemlich Cohäsion, Adhäsion, oder Anziehungskraft und Temperatur; es ist zugleich, man vergleiche S. 2. R

§. 152. Ferner, wenn flüssige Materien in ihren Theilen stärker zusammenhängen, als mit den Theilen eines fe-

ten Körpers, so nehmen sie in den aus dem letztern gemachten Gefäßen eine concave Oberfläche an, die dem Abschnitte einer Kugel um desto näher kommt, je kleiner der Durchmesser des Gefäßes ist. Taucht man den festen Körper in den Flüssigen dieser Art hinein, so bildet die Flüssigkeit rund um ihn herum eine Vertiefung.

**Lehrsatz:** Quecksilber steht in gläsernen Röhren mit einer concaven Fläche. Körper die Wasser stehen in den irdenen Gefäßen, auch in mit Wasser gefüllten Röhren mit einer mit Zeit ansteigenden und mit Zeit sinkenden concaven Fläche. Eine Kugel, Kugel, der Kugel in Quecksilber getaucht, verursacht rund um sie herum eine Vertiefung im Quecksilber.

Nach demselben Grundsatz sollte die Kugel in Flüssigkeiten dieser Art eine vollkommen horizontale Oberfläche haben, und sie würde es auch, wenn die Flüssigkeiten ungedrückt, ohne Cohäsion, der Schwere bloß. Wenn sie hingegen durch die Cohärenz aneinander haften, und nicht gänzlich flüssig wären, so würden sie auch in dem wohl bekannten Beispiel einer vollkommenen Kugel Kugel in den. Und sie würden zu gleicher Zeit immer nach oben gehend, so werden die Kugeln flüssig halten müssen, wenn sie um so viel höher stehen, als die Kugel in der Flüssigkeit durch die Schwere mehr betraut, als die Kraft der Cohärenz zu erhalten vermögend ist. Nur an den Stellen wird dann die Cohärenz wahrzunehmen seyn.

§ 153. Wenn hingegen flüssige Körper in ihren Theilen sich stärker zusammenhängen, als mit den Theilen eines festen Körpers, so stehen sie in den aus letztern gemachten Gefäßen mit einer concaven Fläche, oder sie stehen am Rande höher, als in der Mitte. Und eben so bildet auch die Flüssigkeit um einen solchen festen Körper rings herum eine Vertiefung.

**Lehrsatz:** Quecksilber steht in röhren oder bleernen Gefäßen mit einer concaven Fläche; eben so auch Wasser in gläsernen Gefäßen. Im Wasser als in der Flüssigkeit steht dasselbe rund herum erhöht, so auch das Quecksilber um eine Kugel.

Die Flüssigkeit würde nach demselben Grundsatz, wenn ihre Theile bloß der Schwere, ohne Cohärenz, folgten, eine vollkommen horizontale Fläche annehmen. Wenn sie aber nun mit den Theilen der festen Körper coheriren, so werden die Theile derselben, die die Wand des Gefäßes berühren, dadurch in ihrem senkrechten Stande nach unten zu vermindert werden (sowohl herabgezogen durch das Halten an die Wand des Gefäßes, als sie werden an der Wand umher um so viel höher stehen müssen, als ihr vermindelter Druck mit dem Druck der davon entfernten Theile des Gewichtes halten kann.

§ 154. Hieraus gründet sich nun das Phänomen der Haarröhren (Tubi capillares). Man versteht darunter



§. 219. Man findet also die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit, wenn man das Duplum des Raumes, den der Körper in der ersten Zeiteinheit zurückgelegt hat, mit der Anzahl der verfloßenen Zeiteinheiten multiplicirt.

Wenn ein Körper in der Zeiteinheit, in Einer Secunde, 15,625 Fuß fällt, so ist die zu seiner Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit 31,250 Fuß; und wenn er drei Zeiteinheiten, oder drei Secunden fällt, so ist diese  $93,75 = 3 \cdot 31,250$  Fuß.

§. 220. Hieraus fließt ferner die kurze Regel zur Bestimmung der zur Fallhöhe gehörigen Geschwindigkeiten, d. h., der Räume, welche die Körper nach dem Falle aus einer gewissen Höhe in der Zeiteinheit gleichförmig zurücklegen würden, wenn die Schwere nicht weiter auf sie wirkte: Man multiplicire die gegebene Höhe des Falles mit dem in der Zeiteinheit beschriebenen Raume, und aus dem Producte ziehe man die Quadratwurzel; diese doppelt genommen, ist die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit.

Wenn wir die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit  $V$  und die Höhe  $S$  nennen, und eine Secunde zur Zeiteinheit  $t$  nehmen, so ist

$$V = 2 \sqrt{(15,625 \cdot S)} = 2 \cdot \sqrt{S}.$$

Wenn ein Körper 1000 rheinländische Fuß hoch herabfällt, so würde die dazu gehörige Geschwindigkeit am Ende des Falles in der Zeiteinheit, oder Einer Secunde,  $2 \sqrt{(15,625 \cdot 1000)} = 2 \cdot 125 = 250$  Fuß.

Wenn also ein Körper eine Secunde lang, oder 15,625 Fuß hoch, und ein anderer 1000 Fuß hoch herabfällt, so verhalten sich die in diesen Höhen erlangten Geschwindigkeiten,  $V : v = 2 \sqrt{(15,625 \cdot 1000)} : 2 \sqrt{(15,625 \cdot 1)} = 2 \cdot 125 : 2 \cdot 1 = 125 : 1$ , oder es ist  $V : v = 250 : 1$ . oder es ist  $V : v = 250 \cdot \sqrt{15,625 : 1} = 250 \cdot 125 : 250 \cdot 1 = 125 : 1$ .

§. 221. Da die Größe der Bewegung eines durch eine stetige Kraft getriebenen Körpers wächst, so wie die Geschwindigkeit zunimmt, und die Gewalt oder die Größe des Widerstandes aus Masse und Geschwindigkeit zusammen gemessen werden muß: so ist leicht einzusehen, daß die Gewalt fallender Körper während des Falles beständig zunehmen, und sich überhaupt bey gleichen Massen wie die Endgeschwindigkeiten oder die Quadratwurzeln der Höhen, verhalten muß. Ein Körper, der viermal so hoch herabfällt, wird



Befeständerung der Oberflächen von den, bis zu bestimmten Höhen, in Röhren oder Gefäßen getragenen tropfbaren Flüssigkeiten, durchaus übereinstimmend und besteht in der Cohärenz (als Gegenzug zwischen den denkbar kleinsten Theilchen der Körper) und in der in unermessbarer Ferne wirkenden Anziehung der zur Berührung gelangenden Flächen. Dem zu Folge wird bey den Haarröhrchen alles bestimmt, durch den Unterschied der Klebrigkeit in der Flüssigkeit und der Anhaftung zwischen der Flüssigkeit und der starren Innenfläche des Röhrchens. Kr."

"Vergl. Laplace: Théorie de l'action capillaire, Paris 1806 und Supplement à la théorie capillaire 1807. Anfanglich erst dann diese Theorie als Einzelschrift, späterhin als Anhang zur Mécanique céleste. Vergl. auch damit Gilbert's Ann. XXV. S. 293 u. f. Kr."

Nach Muschenbroeck (introduction in philosophiam naturalem, T. I. S. 573.) stiegen in Haarröhrchen von gleichem Durchmesser aus folgendem Gläsenglase:

Destillirtes Wasser	3,10 Zoll rheinl.
Liquor anodynus	2,40 .
Alkohol	1,80 .
Argenter Calmialgeist	3,60 .
Fastisauer Calmialgeist	4,56 .
Salpetergeist	2,07 .
Salzgeist	2,07 .
Nitrielaist	3,25 .
Nitriolöl	2,30 .
Argentöl	2,28 .

In Haarröhrchen von eben dem Durchmesser, aber aus andern Gläsern, waren die respectiven Höhen eben dieser Flüssigkeiten größer und kleiner.

"Nach Muschenbroeck's Theorie müßte eine Flüssigkeit, in längern Haarröhrchen höher stehen als in kürzeren, wegen sowohl neuer Beobachtungen als auch Laplace's Theorie streitet. Kr."

§. 157. „Laplace's Theorie zu Folge werden alle Gestaltungen der Haarröhrchen abgeleitet von der Gestalt jener Oberfläche, welche das Tropfbarflüssige in den Röhrelein annimmt. Es hängt aber diese Oberflächengestalt ab von dem Grade der in unermessbarer Ferne wirkenden Anziehung zwischen den Wänden des Röhrchens und der Flüssigkeit, und sie ist entweder erhaben gekrümmt (convex), oder vertieft gekrümmt (concau). Im ersteren Falle wird jedes denkbare Theilchen der Oberfläche mit größerer Gewalt niederwärts ge-

Wenn durch die Erde hindurch ein Loch wäre, das gerade durch den Mittelpunct der Erde wäre, und die beschleunigende Kraft der Schwere dazwischen gleichförmig, und es wäre kein Widerstand der Luft u. dergl. da. so würde ein schwerer Körper, der durch dieses Loch durchfiel, wenn nur den Halbmesser der Erde 19615000 parisi. Fuß

annehmen, in  $\sqrt{\frac{19615000}{12,296500}}$  oder nahe 1190 Sekunden oder 19 Minuten

den Mittelpunct der Erde erreichen. Aber er würde, nach § 223, nicht stehen bleiben, sondern durch die in dieser Höhe erlangte Geschwindigkeit auf der andern Seite eben so hoch in die Höhe steigen, und von da wieder bis ganz herauf zurückgehen, und auf beständig so fort.

„Der Raum des Mondes ist 3600 Mal kleiner als der mittlere Raum von 15:1 parisi. Fuß eines freifallenden Körpers an der Erdoberfläche in der ersten Zeitsecunde sein würde, wenn die Erde sich nicht bewegte, denn der Mond durchläuft — in seiner mittleren Ferne von der Erde — innerhalb einer Secunde, einen Raum von 83 Liniem, und nähert sich mittelmäßig dem Anziehungsmittelpuncte binnen dieser Zeit um fast 71 parisi. Fuß. Erweitert man nun, bis die mittlere Entfernung des Mondes vom Erdmittelpuncte 60 Mal so groß ist, als der mittlere Halbmesser der Erde, so folgt, daß die Beschleunigung, welche von der Erde bey 60 facher Entfernung des Mondes aus von derselben gegen den Mond wirkt, 60 mal so klein ist, als die Anziehung, welche die Erde auf einen in der Nähe ihrer Oberfläche befindlichen oder bestimmten auf einen nur 15:1 parisi. Fuß von ihr entfernten Körper ausübt.“

„Die Winkelgeschwindigkeit der Umdrehung zwischen Erde und Mond nimmt offenbar gemäß ab, wie die mittleren Potenzen der Entfernung zunehmen, und es stehen mithin die Räume des Mondes und eines Körpers auf der Erde im umgekehrten Verhältnisse der quadratischen Entfernungen beider schweren Körper vom Anziehungsmittelpuncte der Erde.“

§. 224. Je länger der Fall eines Körpers dauert, desto mehr nähert sich seine Bewegung der Gleichförmigkeit.

§. 225. Wenn ein Körper durch irgend eine Kraft in bestimmter Richtung in die Höhe getrieben wird, so wirkt die Schwere seiner Bewegung entgegen. Zwei einander entgegengesetzte Kräfte aber vernichten sich; und wenn daher die Kraft, welche den Körper in die Höhe treibt, so groß ist, als die bewegende Kraft der Schwere, so kann gar keine Bewegung erfolgen. Wird er aber durch eine größere Kraft mit einer gewissen U. Geschwindigkeit in die Höhe getrieben, so nimmt, weil die Schwere als eine stetige

Kraft fortdauernd wirkt, seine Geschwindigkeit eben so rückwärts ab, wie sie von der zu der Geschwindigkeit des Wurfs gehörigen Höhe würde zugenommen haben. Der Körper steigt also mit einer gleichförmig verminderten Bewegung (§ 72.) in die Höhe; und seine Geschwindigkeit, oder die Räume, welche er in gleichen Zeiten zurücklegt, verhalten sich, wenn z. B. ein Körper 9 Sekunden lang steigt, wie die ungeraden Zahlen 17, 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, 1.

§. 228. Ein Körper also, der durch eine Kraft senkrecht in die Höhe getrieben wird, steigt wegen der Schwere nur zu derselben Höhe hinauf, aus welcher er bei dem Herabfallen die Geschwindigkeit erlangen könnte, mit welcher er anfangs gemorfen wurde.

§. 227. Von der gleichförmig verminderten Bewegung gelten dieselben Gesetze, wie von der gleichförmig beschleunigten. Wenn daher der Raum bekannt ist, den ein Körper in der ersten Secunde seines senkrechten Aufstiegs der Schwere entgegen zurücklegt, so läßt sich bestimmen: 1) die Geschwindigkeit, mit der er gemorfen wird: 2) die Zeit, die er braucht, um seine ganze Wurfgeschwindigkeit zu verlieren; und 3) die Höhe, zu der er aufsteigt, ehe er seine ganze Geschwindigkeit verliert.

Belegt, ein Körper steigt in der ersten Zeitssecunde seines senkrechten Aufstiegs 15,625 Fuß = 140,625 Fuß hoch auf, so wird er überhaupt 5 Sekunden lang, und 5<sup>mal</sup> 15,625 = 78,125 Fuß hoch steigen. Denn in der ersten Secunde steigt er 5mal 15,625 F. = 140,625 F.

also . . . . . 2 . 15,625 . = 31,25 .

sie . . . . . 5 . 15,625 . = 78,125 .

4<sup>ten</sup> . . . . . 8 . 15,625 . = 125,000 .

5<sup>ten</sup> . . . . . 3 . 15,625 . = 46,875 .

folgt, in 5 Sekunden . . . . . 5mal 140,625 F. = 703,125 F.

Wenn ein Stein von der Mondsoberfläche z. B. aus einem Parabol mit einer Geschwindigkeit gleich 7967 par. Fuß in einer Secunde fortgeschleudert würde, und zwar gerade nach einer Richtung, welche mit der geraden Linie nach dem Erdmittelpunkte einen Winkel von höchstens 90°<sup>2</sup> oder kleiner macht, so würde der Stein der Erde entweichen, und bliebe drüben eine unfehlbare Einheitsgeschwindigkeit von 7967 par. Fuß in einer Secunde, so würde

da derie he, falls Erde und Mond ruheten, auf der Erde nach Ver-  
lauf von 2 Stunden zu 90° unten und 90° oben aneinander,  
vorausgesetzt, daß der Widerstand der Luft als beständig angenom-  
men werden würde. — Die durch einen derartigen zur Erde kom-  
menden Stein gepreßte Luft, würde diesen zum Erliegen bringen.  
Kr."

### Fall auf der schiefen Ebene.

§. 228. Auf einer festen waagerechten Ebene liegt ein schwerer Körper völlig ruhig, wenn diese Ebene die Directionslinie des Zalles seiner Masse lotrecht unterstützt. Eine Ebene aber, welche mit einer Horizontal-Ebene einen schiefen Winkel macht, und eine schiefe, geneigte oder inclinirte Ebene (*Planum inclinatum*) genannt wird, hält nur einen Theil dieses Druckes auf; ein anderer Theil treibt den Körper längs der Ebene herab.

Eine Kugel ruht auf einem 10 Ellen Breite habenden Würfel gleich darauf herab. Nothwendige Erinnerung wegen der Figuren.

Es sey (§. 9. 24.)  $CB$  eine geneigte Ebene im Durchschnitt, die unter dem Winkel  $CBH$  gegen den Horizont  $AB$  geneigt ist.  $CA$  ist ihre Höhe, und  $CB$  ihre Länge. Ist dieser geneigten Ebene behinde sich eine schwere Kugel  $M$ , in deren Mittelpunkt  $I$  nur mit ihre Schwere verweilt werden konnten. Die Directionslinie des Zalles ist nun  $IC$ ; und weil diese nicht von der Ebene  $CB$  unterstützt wird, so muß die Kugel herabsinken, oder mit mit der ganzen den zehenden Kraft, sonst dem nur mit einem Theile derselben, wie aus der Zeichnung der Kugel (§. 9. 24.) folgt. Die Kraft der Schwere, die in der Direction  $IC$  wirkt, läßt sich zerlegen in die Kräfte  $IC$  und  $IC'$ ; und  $IC$  ist die Directionale des Zalles entworfen, das auf die Ebene  $CB$  wirkt, und  $IC'$  aufsteigt ist.  $IC$  steht senkrecht auf  $CB$ , und  $IC'$  ist  $IC$  senkrecht, weil  $CB$  senkrecht aufsteigt angenommen wird, seine Direction der Kugel  $M$  herab drückt; es bleibt folglich nur der Theil  $IC'$  übrig, der, weil er parallel mit der Ebene  $CB$  wirkt, ein der Ebene keinen Widerstand erleidet, und folglich die Kugel längs der Ebene herabzuziehen nicht ist.

§. 229. Je größer die Neigung der schiefen Ebene gegen die Horizontal-Ebene wird, um desto mehr wird der Körper von ihr unterstützt, mit desto geringerer Gewalt fällt folglich der Körper auf ihr herab. Je kleiner aber ihre Neigung gegen den Horizont wird, um desto größerer Gewalt wird der Körper von ihr herabgezogen.

Je kleiner der Neigungswinkel  $CBH$  (§. 9. 24.) wird, um desto mehr nähert sich die senkrechte Direction auf  $CB$ , oder um desto mehr

Wand des Gefäßes nahe kommt, so wird sie sich mit beschleunigter Geschwindigkeit nach derselben hin bewegen. Dem so bewegt sie sich auch von der Mitte des Wassers gegen den Finger, oder einen andern Körper, den man ins Wasser setzt, und der davon naß wird, und zwei Glas Kugeln bewegen sich mit beschleunigter Geschwindigkeit gegen einander, wenn sie auf der Mitte des Wassers schwimmen, und einander nahe genug kommen. Auch diese Phänomene folgen aus der Adhäsion bey der unmittelbaren Berührung, und wir brauchen auch dazu keine anziehende Kraft, die in der Entfernung schon wirksam sey.

„Scheinbare Abstoßung, wenn die traagende Flüssigkeit von einem herauf schwimmenden Körperchen gehoben, von einem andern untergehalten wird, und umgekehrt: Scheinbare Anziehung zweier schwimmenden Körperchen, die beyde die Flüssigkeit niederhalten aus beiden. Ein Versäudchen und ein Talg (Mischlitt-) Stückchen beim sich Scheinbar ab, Talg und Talg ziehen sich Scheinbar an. — Hierin gebort auch das Phänomen der auf Wasser schwimmenden, für kleinen Köhlernen Radeln.“

Es befinde sich (Fig. 20.) ein hohles Glasfäßgen G auf der Mitte der Wasserfläche od. des Gefäßes ABCD. Es wird, ob es gleich darauf schwimmt, sich doch nach hydrostatischen Gesetzen darin bis zu einer gewissen Tiefe einsenken. Das Wasser, das damit kohärent, wird daran, wie in g und h, und so rund herum, sich erheben, und einen kleinen Wasserberg um das Fäßchen bilden. Da nun das Wasser in g und h, wo es an das Gefäß herum, gleich hoch steht, so wird es auch bald nach allen Punkten gleich stark ziehen, und die entgegenwirkenden gleich großen Kräfte werden sich wechselseitig aufheben, folglich keine Bewegung hervorbringen.

So zu aber das Fäßchen der Wand des Gefäßes näher kommt, z. B. der Wand A, und sich nun in H befindet, so wird der an der Wand A in e aufsteigende Wasserberg mit dem am Fäßchen auf der Seite in h befindlichen zusammenfließen, und das Wasser wird folglich auf dieser Seite an dem Fäßchen und zwischen der Wand wider höher steigen. Da nach dem Punkte des Fäßchens zu, der der Wand A am nächsten ist, das aufsteigende Wasser auf beiden Seiten am besten treten muß, weil der Abstand von der Wand da am kleinsten ist (s. vorher §. 101. von den Glasplatten), so wird, wegen des Zusammenfließens dieser Wasserberge auf beyden Seiten des Fäßchens zu nach der Wand, und des Kohärenzes des Wassers an das linke der beyden Fäßchen, dieses von zwey Kräften getrieben werden, die es am Winkel einschließen, und sich nach der Diagonale dreyer Richtung zu, das ist, nach der Wand zu, bewegen. Je näher das Fäßchen der Wand kommt, desto höher wird das Wasser an ihm und der Wand in die Höhe steigen, weil der Abstand dreyer noch immer kleiner wird. Je näher aber das Wasser an der Kugel hinaufsteigt, desto arger wird in Anzahl der Berührungspunkte zwischen ihr und dem Wasser. Da

§. 230. Ein Körper fällt auf der schiefen Ebene nach demselben Gesetze, wie auf der senkrechten; seine Bewegung ist ebenfalls eine gleichförmige Beschleunigung, und die Länge der schiefen Ebene, parallel der Schwerkraft, ist die wirkliche Beschleunigung der Bewegung. Die beschleunigende Kraft der Schwere ist aber dabei vermindert, und sie verhält sich zur wirklichen Kraft der Schwere wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge.

Wenn wir die beschleunigende Kraft der Schwere  $G$  und die wirkliche Kraft  $P$  setzen, so ist  $P = G \sin \alpha$ , und die Höhe  $h = \frac{L}{\sin \alpha}$ .

Esien kann, daß die beschleunigende Kraft der Schwere auf der schiefen Ebene vermindert ist, in der That zu zeigen. Ist das relative Gewicht kleiner als 1, so ist das absolute. Denn wenn auch die Schwere der senkrechten Ebene oberhalb der Höhe  $h$  wirkt, so wird doch das Gewicht auf der schiefen Ebene durch die Beschleunigung der Bewegung vermindert, wenn diese kleiner wird. Wenn  $\sin \alpha < 1$ , so muß  $P < G$  oder  $p < P$  sein.

§. 231. Weil also die beschleunigende Kraft der Schwere bei dem Falle auf der schiefen Ebene vermindert wird, so wird auch der Raum, den ein Körper in der Zeit einnimmt auf der schiefen Ebene zurücklegt, kleiner seyn, als die senkrechte Fallhöhe in dieser Zeiteinheit; und es wird sich der Raum, den ein Körper auf der schiefen Ebene in einer gewissen Zeit zurücklegt, zu dem Raume des freien Falles in eben dieser Zeit verhalten, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge.

Wenn der kürzeren Zeit, die alle ein Körper braucht, um gleiche Räume auf der schiefen Ebene, als bei dem freien Falle zurückzulegen, lassen sich auch die Zeiten des Falles auf der geraden Ebene beobachten; und so scheint sich Galilei dieses Verhältnisses, um die ihm entdeckten Gesetze des freien Falles leichter begreifen zu können (§. 197). *E. della Dinamica del moto locale*, lib. 2. §. 53.

Setzt, daß die Ebene  $CB$  eine Länge von 10 Fuß von einer Höhe  $CA$  von 1 Fuß habe, so würde die von der relativen Schwere abhängende beschleunigende Kraft zur wirklichen sich verhalten wie 1 : 10. Die beschleunigende Kraft der wirklichen Schwere würde sich nach dem Körper  $\frac{15}{10}$  Fuß = 1,5 Fuß in der Sekunde beschleunigen, und es würde

den,

ander Zeit affigirt, durch die der Cohärenz und der Schme-  
re, und muß eine mittlere Bewegung dadurch erhalten.  
Blüthkranz hingegen, die mit dem Gefäße nicht cohä-  
ren, laufen auch keine Ausgüße in der geringsten Pos-  
sion des Gefäßes nicht längs der Wand desselben auswendig  
herab. Im gemeinen Leben bleibe man, des ersten Zufal-  
les wegen, den zum Ausgießen der Blüthkranz bestimmten  
Orten entweder einen ungebogenen Rand, oder Einschnitte  
und Ausgüße, um dadurch die Richtung oder Länge der  
Zirkulationspunkte, und so die Stärke der Cohärenz, zu  
verändern.

Versteck: Wasser fließt an der Wand eines hohen Zerkulafasses beim  
Abfließen herab, Querschnitt an der Wand eines gemauerten Wau-  
fens.

2-9 ist an der mit 1.2 beschrifteten und mit Zirkelmarken der  
Brenn-Maschine eines O'Neil, und Quod über an der Hand einer neu  
ausgegebenen Brenn-Maschine aus dem Jahr 1848.

1) (S. 1. 22.) AB ein mit Wasser verdünntes Glas, das in die rechte Lage gebracht worden ist: so wird der Tropfen an jener durch die Schwerkraft in der Direction des senkrechten Wunders, oder der Erbschwerkraft, bis an den Punkt C vertrieben, wo nach der Art der Abwärtsleitung, Abwärtsleitung, ihn nach der Direction des senkrechten Wunders zu jener bringt, er wird also nach der Direction des senkrechten Wunders getrieben werden. Die Richtung von AB nach der Richtung des senkrechten Wunders, einen Wasserstrahl, der aus dem Mund des Gefäßes ausströmt. Wenn er viel Wasser auf einmal ausströmen wird, so ist die Richtung des Wasserstrahls viel größer, als die Richtung der Erbschwerkraft in dem beruhenden Thale, und dann fällt der Wasserstrahl nicht senkrecht herab. Die Richtung auch, wenn das Glas horizontal gehalten wird. Hierdurch wird die Richtung, nach der die Erbschwerkraft auf den Tropfen wirkt, der der Schwere etwas entgegenwirkt, und das Wasser nach der Richtung der Erbschwerkraft senkrecht herab fällt. Eben die Richtung, wenn der Tropfen in dem Punkte C ist. Er wird nach der Direction des senkrechten Wunders die Erbschwerkraft annehmen, und nach der Richtung der Schwere getrieben. Welche Kräfte haben sich einander entgegen, und es scheint man darauf an, welche Kraft die stärkere ist, die besagte Kraft der Erbschwerkraft, d. h., das Gewicht des Wassertröpfchens, oder die Erbschwerkraft, welche mit dem Wasser. Da das erstere, so fällt es herab: in das letztere, so bleibt er darüber. Wenn der Wasserstrahl herabströmt, so am Ende dünnter Luft, so erhält er nach dem Fall die senkrechte Richtung und die Kraft, nach der Direction des senkrechten Wunders. Da er aber durch die Schwere zu gleicher Zeit, während er sich zu geben fortsetzen will, nach der Richtung des senkrechten Wunders, so wird Luft er als, und die Folge wird sehen, daß die Richtung des Wasserstrahls senkrecht herabfällt.

„... Eigentlich ist es nicht notwendig, die Diagonale der beiden  
Brüche; denn die Last der Diagonale hängt von dem Verhältnis  
beider Zahlenpaare, 4. Aufl. (5)



der Kräfte ab. Fällt die wahre Diagonale innerhalb des Winkels  $bae$ , so läuft der Tropfen am Winkel  $b$  ab; fällt sie aber in  $cae$  des Winkels  $cae$ , so wird er abfallen. Eine ähnliche Bemerkung ist bey den Eräuterungen zu §. 163. zu machen.

§. 165. Wenn aus der Mündung einer engen Röhre, die etwa eine halbe Linie im Durchmesser hat, ein Wasserstrahl senkrecht hervorspringt, und es wird derselbe zur Seite mit einem cylindrischen Körper berührt, der von der Natur ist, daß das Wasser auf ihm zerfließt: so wird er sich um den cylindrischen Körper herum bewegen, und herabfallen. Dieß gilt von jeder Flüssigkeit, die mit dem cylindrischen Körper stärker zusammenhängt, als unter sich. Eben so wird auch das Wasser aus einer senkrechten Röhre, die nicht sehr weit, und von der Natur ist, daß das Wasser darauf zerfließt, wenn die Mündung der Röhre schief abgeschnitten ist, nicht in der senkrechten, sondern in einer geneigten Richtung hervorspringen. Diese Wirkung wird weder im ersten, noch im andern Falle erfolgen, wenn die Mündung der Röhre sehr weit ist. Flüssigkeiten, die im ersten Falle nicht mit dem cylindrischen Körper, und im zweyten nicht mit der Materie der Röhre stärker zusammenhängen, als unter sich, werden jene Erscheinungen nicht zeigen, wenn auch die Mündung der Röhre sehr eng ist.

Es ist nun (§. 12.) das Wasser aus der engen Mündung  $b$  der Röhre ab in der senkrechten Richtung  $ba$  hervor, und es werde der Wasserstrahl in  $e$  mit einem runden absterben, absterben oder heftigen Stabe berührt, so wird der Strahl gleich seine Richtung am Berührungspunkte ändern, von den Stab herum nach  $d$ , und weiter nach unten zu gehen, und den  $c$  berab in der  $R$  herum  $of$  fallen. Jeder den Stab berührende Tropfen strebt durch die Kraft des Drucks, die ihn nach oben zu treibt (§. 16.), nach  $gk$  zu gehen: die Cohärenz mit dem Stabe aber macht, daß er senkrecht davon absteigen wird, also nach der Richtung  $pe$  verfließt: er wird daher, von zwei Kräften,  $gk$  und  $go$ , getrieben, die Diagonale  $gu$  durchlaufen. Da aber die Kraft der Cohärenz, so sehr stark, so wird er alle Flucht vor der Richtung der Tangente  $gk$  abgeleitet werden, so daß eine krumme Linie um  $b$   $a$  Stab herum beschreiben, wo die Cohärenz nach der Richtung  $go$  die Centripetalkraft, und der Fortzug in der Linie  $gk$  die Tangentialkraft ist. Durch die Wirkung der Cohärenz wird zwar die Tangentialkraft etwas abgelenkt, der Strahl auf dem linken Halbkreise beschleunigt, aber auch wieder unten dadurch gehindert: die Tropfen werden so unten lausamer bewegt werden, wenn sie wieder der Richtung der Cohärenz entgegen in die Höhe steigen sollen, sich schließlich wegen des



„Die Richtmaassen Schwere, nicht weit von einander (etwa 30 bis 50 Fuß) fallender Körper und in ihm auch die Richtmaasse der Luft, an welche schwere Körper befechtet neben einander hängen, werden für parallel genommen, wenn sie sich kreuz schneiden, im Durchschnitt (transversal) sind. Man läßt jene Luft die Luft sein, weil man die Luft von 1. D. 50 Fuß mit einer Luft der Luft in der Luft = 100 Körnern vergleicht, sie zu einer unbedeutenden Luft ist.“

§. 198. Dieses Bestreben der Körper, in senkrechter Linie gegen den Horizont sich von selbst zu bewegen, wenn sie nicht unterstützt sind, oder nach eben der Linie die Unterlage, worauf sie ruhen, zu drücken, heißt die Schwere (Gravitas).

§. 199. Da auf der Oberfläche einer Kugel keine andere Linie senkrecht steht, als diejenige, welche verlängert durch den Mittelpunkt der Kugel geht, so müßte auch, wenn die Erde eine kugelförmige Gestalt hätte, die Directionslinie der fallenden Körper verlängert gegen den Mittelpunkt der Erde gehen. Da aber die Erde eigentlich keine Kugel, sondern ein Erpsäroid ist, so gehen zwar nicht alle Richtungen der Schwere durch ihr Centrum; in der Praxis aber können wir ohne merklichen Fehler hier die Erde als eine vollkommen Kugel, und, wegen der großen Entfernung des Centrums derselben von der Oberfläche, die Directionslinien der Schwere benachbarter Körper auch als parallel ansehen.

„Auf großen ruhigen Gewässern, auf den Meeren etc., ist die Richtung der Schwere überall senkrecht, und da die Meeres-Oberfläche als wahre Oberfläche der Erdoberfläche, liegt es so, so geht die Richtung der Schwere von der Meeresoberfläche ab, überall nach dem Mittelpunkte der Erde.“

§. 200. Die Schwere ist eine stetig wirkende Kraft: denn wir nehmen ihre Wirkung, Druck und Fall der Körper, in jedem Augenblicke der Beobachtung und ununterbrochen wahr.

§. 201. Die Schwere ist eine Eigenschaft aller irdischen Körper, und durch sie wird erst die Verbindung derselben unter einander zu unserm Erdballe möglich. Durch

gläserne Röhren, deren Höhlung etwa den Durchmesser eines Pferdehaares und etwas drüber hat, und die an beiden Seiten offen sind. Stellt man die untere Öffnung in eine Flüssigkeit, die auf Glas zerfließt, so steigt in kurzer Zeit die Flüssigkeit darin in die Höhe, und erhebt sich über die Oberfläche der äußern Flüssigkeit, und zwar zu einer größeren oder geringern Höhe, nach der Enge des Haarröhrchens und der verschiedenen Natur der Flüssigkeit.

Versuche mit gläsernen Haarröhrchen in Wasser, Milch, Schwefelsäure, Luft, u. dergl.

Das Haarröhrchen muß oben offen seyn, sonst wird die atmosphärische Luft durch ihren Widerstand beym Zusammenpressen das Aufsteigen d. obern.

Wenn die erkälten Flüssigkeiten durchsichtig sind, so lassen sie sich in dem Haarröhrchen nicht gut untersuchen, weil sich wegen der Dünne der Säule die Farbe vermischt. Um diese beßer zu untersuchen, färbt man das Haarröhrchen auf einem Tropfenröhrchen. Undurchsichtige Flüssigkeiten, z. B. Milch, lassen sich darin leicht wahrnehmen.

§. 155. In diesen Haarröhrchen steht die Flüssigkeit an den Seiten ebenfalls höher, als in der Mitte (§. 153.); aber wegen der geringen Entfernung läuft der Ring, welchen die Flüssigkeit an den Seiten bildet, zusammen. Wegen der fortwirkenden Urfach der Cohäsion steigt das Wasser an den Seiten nun abermals höher, fließt wieder zusammen, u. s. f., bis endlich das Gewicht der Säule der in dem Haarröhrchen aufgestellten Flüssigkeit im Gleichgewichte steht mit der Adhäsion, die zwischen dem Glase und der Flüssigkeit obwaltet. Denn nun hat das Aufsteigen natürlicher Weise seine Grenzen.

Es versteht sich, daß die Flüssigkeit keine merkliche Viskosität haben darf.

§. 156. Der Grund des Aufsteigens der Flüssigkeiten in den Haarröhrchen (und in den effluenscierenden Salzgen) ist mit jenen des Auseinanderfließens der Tropfen, des Hängenbleibens einer Materie an der andern, (auch abgesehen vom äußern Zufdrucke) des scheinbaren Abstoßens und Anziehens kleiner schwimmender Körperchen, der Verbindung der Körper durch Kleben, Risten u. s. w., und der

Befallsänderung der Oberflächen von den, bis zu bestimm-  
ten Höhen, in Röhren oder Gefäßen getragenen tropfbaren  
Flüssigkeiten, durchaus übereinstimmend und besteht in der Co-  
härenz (als Gegenzug zwischen den denkbar kleinsten Theil-  
chen der Körper) und in der in unermessbarer Ferne wirkens  
den Anziehung der zur Berührung gelangenden Flächen.  
Dem zu Folge wird bey den Haarröhrchen alles bestimmt,  
durch den Unterschied der Klebrigkeit in der Flüssigkeit und  
der Anhaftung zwischen der Flüssigkeit und der starren In-  
nenfläche des Röhrchens. Kr."

"Vergl. Laplace: Théorie de l'action capillaire. Paris 1806  
mit Supplement à la théorie capillaire 1807. Anfanglich er-  
schien diese Theorie als Einzelschrift, späterhin als Anhang zur Mé-  
canique céleste. Vergl. auch damit Gilbert's Ann. XXV. S. 288  
u. f. Kr."

Nach Muschenbroek (introduction in philosophiam naturalem,  
T. I. S. 573.) liegen in Haarröhrchen von gleichem Durchmesser aus  
folgenden Flüssigkeiten:

Destillirtes Wasser	5,10 Zoll rheinl.
Liquor anodynus	3,40 .
Alkohol	1,80 .
Reicher Salmiakgeist	3,60 .
Leichter Salmiakgeist	4,56 .
Salpetergeist	8,07 .
Salzsäure	3,07 .
Witriolgeist	3,25 .
Witriolöl	2,50 .
Kerentmöl	2,58 .

In Haarröhrchen von eben dem Durchmesser, aber aus andern Glas-  
arten, waren die respectiven Höhen eben dieser Flüssigkeiten größer  
und kleiner.

"Nach Muschenbroek's Theorie müßte eine Flüssigkeit, in längern  
als Haarröhrchen höher stehen als in kürzeren, wegen sowohl  
seiner Beobachtungen als auch Laplace's Theorie streitet. Kr."

§. 157. „Laplace's Theorie zu Folge werden alle  
Befallsungen der Haarröhrchen abgeleitet von der Gestalt jener  
Oberfläche, welche das Tropfbarflüssige in den Röhrlein  
annimmt. Es hängt aber diese Oberflächengestalt ab von dem  
Grade der in unermessbarer Ferne wirkenden Anziehung zwi-  
schen den Wänden des Röhrchens und der Flüssigkeit, und sie  
ist entweder erhaben gekrümmt (convex), oder vertieft ge-  
krümmt (concav). Im ersteren Falle wird jedes denkbare  
Theilchen der Oberfläche mit größerer Gewalt niederwärts ge-

- 2) Die Gewichte, mit den Quadraten der Breiten multiplicirt, sind gleich den Massen, mit den durchlaufnen Räumen (5, 2) multiplicirt, oder  $PI^2 = MS$ , und  $PI^2 : p^2 = MS : ms$ .
- 3) Die Gewichte, mit den Räumen multiplicirt, sind gleich den Massen, mit den Quadraten der Geschwindigkeiten multiplicirt, oder  $PS = MC^2$ , und  $PS : p^2 = MC^2 : mc^2$ .
- „Man sehe die Ann. zu § 30.“

Ar.<sup>m</sup>

§. 207. Da die Schwere allen gleichartigen Theilen eines schweren Körpers eingepflanzt ist, so kann die beschleunigende Kraft an und für sich weder vermehrt noch vermindert werden, die Theile mögen vereint oder von einander getrennt seyn; das Gewicht hingegen ändert sich nach dem Unterschiede der Quantität der schweren Materie, woraus der Körper besteht.

Wenn wir die Quantität aller von der beschleunigenden Kraft der Schwere (S) afficirten Theile M nennen, und annehmen, daß ein Theil m von dieser Masse wegzogen wird: so wird das übrige Gewicht  $p = f. (M - m)$  kleiner seyn, als vorher P oder  $f. M$  war; die beschleunigende Kraft aber wird immer dieselbe bleiben, denn

$$\frac{f. (M - m)}{M - m} = \frac{f. M}{M}$$

§. 208. Wenn alle Materie schwer wäre, so wären wir berechtigt, anzunehmen, daß die Körper, welche mehr Gewicht haben, auch mehr Materie enthalten, oder dichter wären (§. 53.), und umgekehrt; und Masse (§. 49.) und Gewicht wären daher gleichbedeutend. Wenn es aber nichts schwere Materien giebt, so können dichtere Körper nur in so fern Körper schwererer Art, schwerartigere Körper (*Corpora specifica graviora*), und lockere, Körper leichter Art, leichtartigere Körper (*Corpora specifica leviora*) genannt werden, in wie fern jene bey einerley Volumen mehr, diese aber weniger schwere Materie enthalten. Das Gewicht zeigt also nicht die Quantität der Materie, sondern nur die Quantität der von der Schwere afficirten Materie an (§. 53.)

§. 209. Das Gewicht eines Körpers an sich, oder die Ponderosität desselben (wenn ich so sagen darf), läßt sich nicht bestimmen, sondern nur die Verhältnisse des Ge-

reiches der Körper; und man muß daher, um anzugeben, welcher Körper schwerer und welcher leichter ist, das Gewicht eines andern Körpers zur Einheit machen. Im bürgerlichen Leben nennt man die zur Einheit angenommene Größe des Drucks eines Körpers selbst Gewicht, z. B. ein Eimer, ein Pfund, ein Loth, u. dergl. Der Druck eines schweren Körpers gegen das, was ihn unterstützt, überhaupt betrachtet, ohne Rücksicht auf das Volumen des Körpers, heißt sein absolutes Gewicht (Pondus absolutum.)

„Der Fallstein war man fast durchgängig der Meinung, daß die Schwerkraft des fallenden Körpers ihrem Gewicht proportional sey, und daß mithin z. B. ein Körper, der vier Loth wiegt, sechzehn Mal schneller fallen müsse, als ein Körper, der nur ein Quentchen wiegt. Aberachtet man hingegen die obelängliche Beobachtung hatte man zu sehen, so bedurfte es dennoch der eul. Verträge und Coefficiente zu Grunde der Elemente des sich dann noch a Student in Folge aufstehenden Falles, um das Freige ihrer Annahme darzubringen.“

§. 210. Wenn man zwei Körper in Ansehung ihres absoluten Gewichtes gegen einander vergleicht, und ein gewisses bestimmtes Volum zum Grunde der Vergleichung setzt, oder ihre Volumina bei gleichem absoluten Gewichte mit einander vergleicht: so erhält man den Begriff von dem eigenthümlichen Gewichte (*Pondus specificum*), oder der eigenthümlichen Schwere (*Gravitas specifica*). Das eigenthümliche Gewicht eines Körpers bezeichnet also das Verhältniß der Quantität der schweren Materie eines Körpers zu einem andern, die in gleich großen Theilen enthalten sind.

§. 211. Es fließen hieraus die Regeln:

- 1) Körper von einerley Volum verhalten sich in ihrem eigenthümlichen Gewichte, wie ihre absoluten Gewichte.

Wenn wir die Teilung so innerer Körper  $V_1, v_1$  ihre absoluten Gesammtheiten  $V_0, p_0$  und das spezifische Gewicht  $Z_0, z_0$  und nehmen war  $V_1 - v_1$  ist  $Z_0 - Z_1, p_0$ .

- 2) Körper von einerley absolutem Gewichte verhalten sich in ihrem specifischen Gewichte umgekehrt wie ihre Volumina.

$$\text{Wenn } \varphi = p, \text{ so ist } Z \cdot z = v : V.$$

- 3) Körper von ungleichem Volumen und ungleichem absoluten Gewichte verhalten sich in ihrem specifischen Gewichte wie die Quotienten des absoluten Gewichtes durch die Volumina.

$$\text{Es ist überhaupt } Z:z = P v : p V = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$$

### Freyer Fall schwerer Körper.

§. 212. Da die Schwere ununterbrochen und stetig auf die Körper wirkt, so viel wir aus Erfahrung wahrnehmen können (§. 100.), so kann auch die Bewegung, welche ein Körper durch die Schwere bey dem Falle erlangt, keine gleichförmige Bewegung seyn (§. 72.), sondern der fallende Körper muß zu der erhaltenen Geschwindigkeit in jedem unendlich kleinen Zeittheile einen Zusatz erhalten, und folglich mit einer in unendlich kleinen Zeittheilen gleichförmig beschleunigten Bewegung (§. 72.) fallen.

§. 213. Es lassen sich also die eben (§. 74 — 97.) angeführten Sätze von der gleichförmig beschleunigten Bewegung der Körper auf den Fall der schweren Körper anwenden. Es folgt aus dieser Anwendung: 1) daß die Räume, welche ein schwerer Körper bey seinem freyen Falle in gleichen auf einander folgenden Zeit-Elementen zurücklegt, sich verhalten, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, u. s. f. (§. 73.); 2) daß sich die Räume, welche ein schwerer Körper, vom Anfange seiner Bewegung an, durch den freyen Fall zurücklegt, wie die Quadrate der Zeiten, oder der am Ende des Falls erlangten Geschwindigkeiten (§. 79.), und 3) daß die Geschwindigkeiten am Ende des Falles sich wie die Quadratwurzeln der Räume verhalten.

Wenn man  $s$  und  $t$  die zum Theileten Räume,  $T$  und  $t$  die darauf verbrauchten Zeiten,  $C$  und  $c$  die erlangten Geschwindigkeiten sind, so hat man:  $s : t = T^2 : t^2$  (nach 2), und  $T : t = C : c$  (nach 3); also auch  $C^2 : c^2 = s : t$ , und folglich  $C : c = \sqrt{s} : \sqrt{t}$ . Galilei hat diese





§. 215. Die Erfahrung lehrt, daß ein schwerer Körper bey seinem Falle in unsern Gegenden in der ersten Zeitsecunde eine Höhe von 15,094652 parisi. Fuß oder 2173,63 parisi. Linien, oder 15,625 rheinländische Fuß = 15625 Tausendtheilen eines rheinländ. Fußes durchläuft.

Diese Fallhöhe in der 1<sup>ten</sup> Zeitsecunde genommenen Zeitsecunde hat Cyrillus mitteldorff Beise durchs Pendul bestimmt. (Horologium aeth. notorium. Par. 1673. fol. P. IV. pr. 25.)

Die Quadraturzeit von 15625 ist 125.

„Astronomischen Untersuchungen gemäß setzt der Fallraum in der ersten Zeitsecunde in parisi. Fuß ausgedrückt, auf nachstehenden Weltkörpern unteres Sonnenbedeckens, unter einer ger. Br. von 45° 25' 30'' folgende Unterschiede:

Fallraum in 1 Sek. in parisi. Fuß.

Merkur	.	.	15,601	
Venus	.	.	15,453	
Erde	.	.	15,115	
Sonne	.	.	4,9035	
Mond	.	.	2,060	
Mars	.	.	7,157	
Jupiter	.	.	63,947	
Saturn	.	.	24,206	
Uranus	.	.	15,350	2."

§. 216. An einemley Ort find die beschleunigenden Kräfte bey dem freyen Falle der schweren Körper einerley, ihre schwere Masse mag seyn wie sie will. Die Masse der fallenden Körper kann hier gar nichts zu ihrer Geschwindigkeit bey dem freyen Falle beitragen, wie es wol sonst scheinen möchte. Nur bey dem Falle in einem widerstandtstiftenden Mittel, z. B. in Luft, Wasser, u. dergl., wird freylich der Körper, der bey gleicher Geschwindigkeit weniger Masse, und also weniger Gewalt hat, einerley Widerstand mit der geringen Kraft nicht überwinden, den ein anderer mit größerer Kraft überwindet. Ein Jeder wird hingegen zugeben, daß in einem freyen Mittel mehrere gleichartige Theile eines Körper mit gleicher Geschwindigkeit fallen. Warum sollten sie es aber nicht thun, wenn sie einzeln, und nicht zusammen verbunden wären? Alle Körper, große und kleine,



leichte und schwere, fallen also, ohne Einfluß ihrer Masse, im freien Mittel, gleich geschwind.

Dieser Satz folgt aus dem oben (§ 206.) Angeführten; und es ist

$$I = F, \text{ weil } \frac{P}{M} = \frac{F}{m} \text{ oder } \frac{I \cdot M}{M} = \frac{F \cdot m}{m}.$$

Aber nur für einseitig Der findet dieser Satz Statt, weil  $I$  oder die beschleunigende Kraft selbst nach dem Äquator zu ab- und nach dem Polen hin zunimmt, wie hernach bemerkt werden wird.

§. 217. Da sich die Lehre von der gleichförmig beschleunigten Bewegung auf den freien Fall der Körper anwenden läßt, so folgt auch, daß ein schwerer Körper, der durch den Fall einen gewissen Raum von seiner Ruhe aus durchläuft, nach Verlauf eines Zeiteinheits eine Endgeschwindigkeit erlangt, mit der er, wenn die Schwere nicht weiter auf ihn wirkte, in der eben so großen Zeit den doppelt so großen Raum gleichförmig zurücklegen würde.

§. 218. Da sich die Endgeschwindigkeiten schwerer fallender Körper verhalten, wie die Quadratwurzeln der Räume (§ 213. 3.) oder der Höhen: so werden die Räume, welche die fallenden Körper vermittelst der Endgeschwindigkeiten in der Zeiteinheit für sich selbst ohne Schwere zurücklegen würden, die man auch die zur Fallhöhe gehörigen Geschwindigkeiten nennt, sich wie das Duplum der Quadratwurzeln der Fallhöhen verhalten.

Wenn ein Körper in einer Zeiteinheit 15,625 F. durchläuft, so wird er am Ende dieser Zeit eine Geschwindigkeit haben, daß er in eben dieser Zeiteinheit einen Raum von  $2 \cdot 15,625 = 31,250$  Fuß für sich selbst, ohne Schwere zurücklegen würde, oder die zu seiner Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit wird 31,250 Fuß sein. Wenn nun ein anderer Körper 3 Sekunden lang fällt, so wird (nach §. 215. 1.) seine Fallhöhe  $3 \cdot 15,625 = 46,875$  Fuß sein; am Ende dieser dritten Secunde wird die zu seiner Fallhöhe für die Zeiteinheit gehörige Geschwindigkeit

$$= \frac{2 \cdot 46,875}{3} = 31,250 \text{ Fuß sein, oder er würde in der Zeiteinheit,}$$

in einer Secunde, wenn die Schwere nicht weiter auf ihn wirkte, den Raum von 31,250 Fuß, und in 3 Sekunden den Raum von  $3 \cdot 31,250 = 93,750$  Fuß gleichförmig zurücklegen. Es verhält sich aber  $31,250 : 93,750 = 2 \sqrt{15625} : 2 \sqrt{140625} = 2 \cdot 125 : 2 \cdot 375 = 25 : 75 = 1 : 3, = 1 \cdot 31,250 : 3 \cdot 31,250 = 31,250 : 93,750$ , also wie das Duplum der Quadratwurzeln der Fallhöhen.

§. 219. Man findet also die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit, wenn man das Duplum des Raumes, den der Körper in der ersten Zeiteinheit zurückgelegt hat, mit der Anzahl der verfloffenen Zeiteinheiten multiplicirt.

Wenn ein Körper in der Zeiteinheit, in Einer Secunde, 15,625 Fuß fällt, so ist die zu seiner Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit 31,250 Fuß; und wenn er drei Zeiteinheiten, oder drei Secunden fällt, so ist diese  $93,75 = 3 \cdot 31,250$  Fuß.

§. 220. Hieraus fließt ferner die kurze Regel zur Bestimmung der zur Fallhöhe gehörigen Geschwindigkeiten, d. h., der Räume, welche die Körper nach dem Falle aus einer gewissen Höhe in der Zeiteinheit gleichförmig zurücklegen würden, wenn die Schwere nicht weiter auf sie wirkte: Man multiplicire die gegebene Höhe des Falles mit dem in der Zeiteinheit beschriebenen Raume, und aus dem Producte ziehe man die Quadratwurzel; diese doppelt genommene, ist die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit.

Wenn wir die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit  $V$  und die Höhe  $S$  nennen, und eine Secunde zur Zeiteinheit nehmen, so ist

$$V = 2\sqrt{(15,625 \cdot S)} = 250 \sqrt{S}.$$

Wenn ein Körper 1000 rheinländische Fuß hoch herabfällt, so würde die dazu gehörige Geschwindigkeit am Ende des Falles in der Zeiteinheit, oder Einer Secunde, sein  $= 2\sqrt{(15,625 \cdot 1000)} = 2 \cdot 125 = 250$  Fuß.

Wenn also ein Körper eine Secunde lang, oder 15,625 Fuß hoch, und ein anderer 1000 Fuß hoch herabfällt, so verhalten sich die zu diesen Höhen gehörigen Geschwindigkeiten,  $V : v = 2\sqrt{(15,625 \cdot 1000)} : 2\sqrt{(15,625 \cdot 1)} = 2 \cdot 125 : 2 \cdot 1 = 125 : 1$  oder es ist  $V : v = 250 : 1$  oder es ist  $V : v = 250 \cdot \sqrt{1000} : \sqrt{1} = 250 \cdot 125 : 1 = 31250 : 1$ .

§. 221. Da die Größe der Bewegung eines durch eine stete Kraft getriebenen Körpers wächst, so wie die Geschwindigkeit zunimmt, und die Gewalt oder die Größe des Widerstandes aus Masse und Geschwindigkeit zusammen ermessen werden muß: so ist leicht einzusehen, daß die Gewalt fallender Körper während des Falles beständig zunimmt, und sich überhaupt bei gleichen Massen wie die Endgeschwindigkeiten oder die Quadratwurzeln der Höhen, verhalten muß. Ein Körper, der viermal so hoch herabfällt, wird

also noch einmal so viel Gewalt haben, als ein anderer von eben dem Gewichte, und, wenn er neunmal so hoch herab fällt, dreymal so viel Gewalt.

Setzt, ein Körper fällt 15,625 Fuß hoch herab, und ein anderer von eben dem Gewichte fällt 62,5 Fuß, so verhalten sich ihre Höhen wie 1:4, und ihre Endgeschwindigkeiten wie  $\sqrt{15,625} : \sqrt{62,5} = \sqrt{15625} : \sqrt{62500} = 125 : 250 = 1:2$ , folglich wie die  $\sqrt{1} : \sqrt{4}$ , oder wie die Quadratwurzeln der Höhen. Da sich nun die Gewalt verhält wie die Endgeschwindigkeit, so wird sie sich auch wie die Quadratwurzel verhalten müssen, wenn die Gewichte oder die schweren Massen gleich sind.

§. 222. Wenn zwei Körper von verschiedenen Höhen fallen, deren Endgeschwindigkeiten sich umgekehrt verhalten, wie die schweren Massen, so haben sie gleiche Gewalt.

Ein Gewicht von 5 Pf., das aus einer Höhe von 15,625 Fuß fällt, hat nicht mehr Gewalt, als ein Gewicht von 1 Pf., das aus der Höhe von 140,625 Fuß fällt. Denn es sind hier Geschwindigkeit und Massen einander umgekehrt proportional, oder die Producte daraus sind gleich. Es ist nemlich die Endgeschwindigkeit von 5 Pf.  $= \sqrt{15625} = 125$ , und die von 1 Pf.  $= \sqrt{140625} = 375$ . Sie verhalten sich also wie 125:375 = 1:3. Da nun die Höhen der Bewegung gleich sind, wenn die Producte aus den Geschwindigkeiten in die Massen gleich sind, so ist auch hier gleiche Größe der Bewegung, weil  $5 \cdot 2 = 1 \cdot 8$ .

§. 223. Aus den allgemeinen Gesetzen der Beschleunigung schwerer fallender Körper (§. 213.) und dem Erfahrungssatze im 215. §. läßt sich leicht finden: 1) wie groß ein Raum ist, den ein Körper in einer jeden gegebenen Secunde seines Falles durchfällt; 2) wie groß die Höhe ist, von der er herabgefallen, wenn die Zeit seines Falles ist bestimmt worden; und endlich 3) wie viel Zeit er gebraucht hat, wenn die Höhe gegeben ist.

Wenn wir die Zeit des Falles  $T$ , die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit  $V$ , und die Fallhöhe  $S$  nennen, so dienen folgende Formeln bequem zur Auflösung der Aufgabe, wobei der Werth der Fallhöhe in die Tausendtheile des rheinl. Fußes, die Zeit in Secunden genommen oder gefunden wird:

$$1) T = \frac{\sqrt{S}}{125} = \sqrt{\frac{S}{15625}}.$$

$$2) V = 250 \cdot \sqrt{S} = (15625 \cdot S) = 25 \cdot (125)^2 \cdot T \text{ (§. 218. 220).}$$

$$3) S = 125^2 \cdot T^2 = \frac{V^2}{250^2}.$$

Wenn durch die Erde hindurch ein Loth ainet, das gerade durch den Mittelpunkt der Erde tröte, und die beschleunigende Kraft der Schwere bliebe gleichförmig, und es wäre kein Widerstand der Luft u. dgl. da: so würde ein schwerer Körper, der durch dieses Loch durchfiel, wenn wir den Halbmesser der Erde 19615300 par. F.  $\frac{8}{9}$  annehmen, in  $\sqrt{\frac{19615300}{15091652}}$  oder nahe 1140 Sekunden oder 19 Minuten

den Mittelpunkt der Erde erreichen. Aber er würde, nach §. 223, hier nicht stehen bleiben, sondern durch die in dieser Höhe erlangte Geschwindigkeit auf der andern Seite eben so hoch in die Höhe steigen, und von da wieder bis ganz heraus zurückgehen, und dies beständ'g so fort.

„Der Raum des Mondes ist 2600 Mal kleiner als der mittlere Raum von 15,11 par. Fuß, eines frei fallenden Körpers an der Erdoberfläche in der ersten Sekunde sein würde, wenn die Erde sich nicht bewege, denn der Mond durchläuft — in seiner mittleren Ferne von der Erde — innerhalb einer Secunde, einen Bogen von 33 Terlin, und nähert sich mithin dem Anziehungsmittelpunkte binnen dieser Zeit um fast 1 par. Fuß. Erodet man nun, daß die mittlere Entfernung des Mondes vom Erdmittelpunkte 60 Mal so groß ist, als der mittlere Halbmesser der Erde, so folgt, daß die Zugkraft, welche von der Erde bey 60 facher Entfernung des Mondes des von derselben gehen den Mond erhält wird, 60 mal so klein ist, als die Anziehung, welche die Erde auf einen in der Nähe ihrer Oberfläche befindlichen oder bestimmten auf einem um 15,11 par. Fuß von ihr entfernten Körper ausübt.“

„Die Umlaufzeit der Anziehung zwischen Erde und Mond nimmt obigen gemäß ab, wie die zweiten Potenzen der Entfernung zunehmen, und es finden mithin die Räume des Mondes und eines Körpers auf der Erde im umgekehrten Verhältnisse der zweiten Potenzen ihrer Entfernungen beyder schweren Körper vom Anziehungsmittelpunkte der Erde.“

§. 224. Je länger der Fall eines Körpers dauert, desto mehr nähert sich seine Bewegung der Gleichförmigkeit.

§. 225. Wenn ein Körper durch irgend eine Kraft in beschleunigter Richtung in die Höhe getrieben wird, so wirkt die Schwere seiner Bewegung entgegen. Zwey einander entgegengesetzte Kräfte aber vernichten sich; und wenn daher die Kraft, welche den Körper in die Höhe treibt, so groß ist, als die bewegende Kraft der Schwere, so kann gar keine Bewegung erfolgen. Wird er aber durch eine größere Kraft mit einer gewissen U. schwindigkeit in die Höhe getrieben, so nimmt, weil die Schwere als eine stetige

Je mehr das gläserne Haarröhrchen ist, desto tiefer steht das Quecksilber, zu welchem dasselbe eingetaucht wird, damit und es zu hoch als die Höhe des Quecksilbers außer dem Haarröhrchen ist, die in demselben umgekehrt, wie die Durchmesser der Haarröhrchen.

Es ist zu sehen, daß die Erklärung, welche Hamburger von der Luftdehnung anführt (a. a. O. S. 221.), nicht nicht befriedigt. Es ist daher eine andere einzuführen. Man kann sich vorstellen, daß das Luftrohr rund um das Haarröhrchen herum aus lauter Glas ist, welches die die Innere Fläche des Haarröhrchens haben, und die es das äußere die mit einander im Berührung sind. Nach dem in der vorigen Bemerkung angedeuteten muß die Trennung der Quecksilbertheile, die in das Haarröhrchen aufsteigen sollen, ein Hinderniß, das durch die über ihm liegende Schicht bewirkt wird. Die wir die Druckkraft nennen wollen, und die nur aus dem äußeren Druckhöhe mit der im Haarröhrchen befindlichen Luftdruck, und nach dem Druck der Luftdruck denken müssen. Je mehr nun der Durchmesser des Haarröhrchens ist, desto tiefer steht die Quecksilbertheile der äußeren getrennten Quecksilbertheile, desto tiefer wird folglich wieder die äußere beobachtbare Druckkraft von der Luftdrucktheile fern zu sein, um durch einen gleiches Druck das Luftrohr in dem Zusammenhang zu zertheilen, der das Eindringen des Quecksilbers in das Haarröhrchen hindert. Ist der Durchmesser des Haarröhrchens noch einmal so klein, so ist die Druckhöhe einmal höher, folglich muß die Luftdrucktheile einer auswendigen Druckkraft II, die, die äußere Druckhöhe, einmal höher sein, um ein solches Quecksilber zu haben. Aber bei dem so großen Durchmesser wird die Luftdrucktheile nur halb so groß, folglich auch die Menge der in trennenden Quecksilbertheile halb so groß sein. Die Trennung des Zusammenhangs der letzteren ist aber das Hinderniß des Aufstiegs. Folglich muß die der Widerstand nur halb so groß sein, und das Luftrohr mußte durch solchen Druck noch einmal so hoch hinaufsteigen. Es treten demnach die Höhen des Quecksilbers auswendig zu dem zusammengehörigen Verhältnisse, nehmlich des umgekehrten Quadrats der Durchmesser und des getrennten der Durchmesser der Haarröhrchen: folglich verhalten sie sich umgekehrt, wie die Durchmesser der Haarröhrchen.

Es ist aus dem zu sehen, daß, so wie das Wasser zu steigen, und zu sinken, so wie es zusammengehörigen Verhältnisse, die erst als ein Hinderniß zu sein, nicht ist, und eine Hinderniß bildet, so wie das Quecksilber zwischen diesen in der Höhe der Luftdrucktheile in der umgekehrten Richtung eine Hyperbel zu den würde.

Nach. Handb. d. nat. u. phys. philos. natural. §. 1062. Tab. XXVI.

Fig. 15.

§. 168. Wenn ein leicht beweglicher Körper auf einer glatten Fläche schwebt, die daran nicht zerfällt, und die glatte Fläche in einem Gefäße enthalten ist, das davon nach oben, so wird der Körper vom Rande des Gefäßes mit einer desto größern Geschwindigkeit zurückgehen, je näher er



kommt je der Richtung zu näher, desto kleiner wird folglich  $sh$ , oder die Kraft, mit der der Körper auf der Ebene herabfällt.

Je größer CBA wird, desto größer wird  $sh$ .

§. 230. Die Kraft  $sh$  (Fig. 29.), welche den schweren Körper M längs der geneigten Ebene CB herabzugiehen nöthigt, heißt das relative oder respective Gewicht des Körpers. Denn das absolute Gewicht (§. 209.) desselben wird nur durch den lothrechten Druck  $sc$  bestimmt.

§. 231. Die Kraft, welche erforderlich ist, um die Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Fläche aufzuhalten, braucht natürlicher Weise nicht so groß zu seyn, als sein absolutes Gewicht. Sie ist um desto kleiner, je mehr die Ebene geneigt ist; um desto größer, je weniger diese geneigt ist.

Die Kraft, welche nöthig ist, um das Herabfallen von M (Fig. 29.) auf der schiefen Ebene CB zu verhindern, braucht nur der Kraft  $sh$ , die kleiner ist als  $sc$ , Widerstand zu leisten, weil  $sc$  an der Ebene CB Widerstand findet.

§. 232. Ueberhaupt verhält sich das relative Gewicht eines Körpers (§. 230.), das den Körper längs der schiefen Ebene herabtreibt, zu seinem absoluten Gewichte, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge.

Verinde mit dem Plano inclinato.

Wenn wir das relative Gewicht eines Körpers  $p$ , das absolute  $P$ , die Länge der schiefen Ebene  $L$  und ihre Höhe  $A$  nennen, so ist  $p : P :: A : L$ , folglich  $p = P \times \frac{A}{L}$ , und überhaupt für verschiedene Ebenen  $P : p :: \frac{A}{L} : \frac{a}{l}$ .

Es ist ebenfalls das Dreieck  $sch$  dem Dreiecke CBA ähnlich, weil der Winkel  $sch$  dem Winkel CBA, und der Winkel  $csch$  dem Winkel ACB gleich ist. Es verhält sich demnach  $sh : sc :: CA : CB$ , oder das relative Gewicht  $sh$  zum absoluten Gewichte  $sc$ , wie die Höhe der schiefen Ebene CA zu ihrer Länge CB.

Wird ferner in jedem Dreieck die Seiten des Winkels der Winkel proportional sind, so ist auch das relative Gewicht  $p$  nach dem absoluten Gewichte  $P$ , mit dem Neigungssinus  $l$  multiplicirt, oder  $p = P \times \sin. l$ .





§ 177. „Neueren Erfahrungen gemäß verhalten sich die bekannten ungleichartigen Materien, hinsichtlich der für sie möglichen chemischen Wirkungen als Gegenstoffe oder entgegenstehende Stoffe, ihren gegenseitigen Anziehungen in bestimmten Verhältnissen zu ihren Massen stehen, und die zu bestimmter Masse chemisch ziehend dadurch einen bestimmten oder bestimmbaren chemischen Wirkungswert, ihren stoichiometrischen Werth zu erkennen geben; vergl. § 129. Anm. Hat man diesen Werth für jeden der bekannten Stoffe in Zahlen ausgedrückt, so kann man mit Hilfe derselben für je zwei Stoffe oder für je zwei Gemische u. s. w. die Mengenverhältnisse bestimmen in welchen sie sich zu festen Gemischen zu vereinigen vermögen; vergl. § 9. Anm. Zugleich hat sich aber auch ergeben, daß die stoichiometrischen Werthe, mit den Dichtigkeiten, Cohärenzen, Eigenschaften (Wärmegrößen der einzelnen Materien oder specifischen Wärmen) und mit der Art und dem Maße der durch Verdrängung ungleichartiger Materien zu Stande kommenden gegenseitigen Elektrisirung (deren wir ebenfalls weiter unten gedenken werden) in bestimmten Verhältnissen stehen, so daß eines dieser verschiedenen Verhältnisse nicht abgeändert werden kann, ohne daß dadurch alle übrigen eben so bestimmte entsprechende Abänderung erleiden.“ R.”

§ 177. „Neueren Erfahrungen gemäß verhalten sich die bekannten ungleichartigen Materien, hinsichtlich der für sie möglichen chemischen Wirkungen als Gegenstoffe oder entgegenstehende Stoffe, ihren gegenseitigen Anziehungen in bestimmten Verhältnissen zu ihren Massen stehen, und die zu bestimmter Masse chemisch ziehend dadurch einen bestimmten oder bestimmbaren chemischen Wirkungswert, ihren stoichiometrischen Werth zu erkennen geben; vergl. § 129. Anm. Hat man diesen Werth für jeden der bekannten Stoffe in Zahlen ausgedrückt, so kann man mit Hilfe derselben für je zwei Stoffe oder für je zwei Gemische u. s. w. die Mengenverhältnisse bestimmen in welchen sie sich zu festen Gemischen zu vereinigen vermögen; vergl. § 9. Anm. Zugleich hat sich aber auch ergeben, daß die stoichiometrischen Werthe, mit den Dichtigkeiten, Cohärenzen, Eigenschaften (Wärmegrößen der einzelnen Materien oder specifischen Wärmen) und mit der Art und dem Maße der durch Verdrängung ungleichartiger Materien zu Stande kommenden gegenseitigen Elektrisirung (deren wir ebenfalls weiter unten gedenken werden) in bestimmten Verhältnissen stehen, so daß eines dieser verschiedenen Verhältnisse nicht abgeändert werden kann, ohne daß dadurch alle übrigen eben so bestimmte entsprechende Abänderung erleiden.“ R.”

Kreises bewegt, die Sehnen im Halbkreise in eben der Zeit durchläuft, in der er den senkrechten Durchmesser des Kreises bey dem freyen Falle durchlaufen wäre.

S'gond a. a. O. I. 1. 213.

§ 237. Ein Körper, der sich längs der schiefen Fläche CB (Fig. 30) bewegt, hat am Ende seines Falles in dieser geneigten Richtung eben die Geschwindigkeit, die er erhalten würde, wenn er von der senkrechten Höhe CA dieser Fläche herabgefallen wäre.

Wenn z. B. CB 5mal länger wäre, als CA, so würde die beschleunigende Kraft der relativen Schwere (nach § 225) 5 mal so groß, als der senkrechten sein, und der Körper würde in der ersten Secunde

$$\frac{15,625}{5} = 3,125 \text{ Fuß darauf herabfallen, und in derselben eine Ge-}$$

schwindigkeit von 2 3,125 = 6,250 Fuß erlangen. Wenn nun CB 25,25 Fuß lang wäre, so würde die Zeit, um diese ganz zu durchlaufen,

$$\sqrt{\frac{25,25}{3,125}} = 2,828 \text{ Secunden betragen (§. 225. Anm.); und die zu d. der}$$

Halbthe geöignete Geschwindigkeit würde (nach I. 213) 15,625 = 15,6250 Fuß sein.

Da er z. CA z. der Länge CB angenommen haben, so nur die Höhe CA 3,625 Fuß, und die Zeit, die er senkrechte Höhe zu durchlaufen, wird

$$\sqrt{\frac{3,625}{3,125}} = 1,077 \text{ Secunden sein. Wesen 0,4 Secunden wahr oder}$$

die Geschwindigkeit bey dem senkrechten Falle auf 0,6 3,1250 = 1,8750 Fuß, die eben so viel, als vorher, an.

Karstens Lehrbegriff der ges. Mathem. Ab. I. B. II. § 60. der Mechanik.

§. 238. Wenn ein schwerer Körper auf mehreren an einander hängenden schiefen Ebenen herunterfällt, so daß er bey dem Uebergange von der einen zur andern nichts von seiner erlangten Geschwindigkeit durch eine andere Ursache verliert: so hat er am Ende seines Falles eben die Geschwindigkeit, die er erlangen haben würde, wenn er nach der senkrechten Richtung in der Höhe von dem Scheitel der ersten schiefen Ebene bis zur Grundlinie der letzten herabgefallen wäre; oder als ob er auf einer schiefen Ebene, die von dem

Scheitel der ersten bis zum untersten Punkte der letzten gelegt ist, herabgesunken wäre.

Es bewege sich ein schwerer Körper durch die an einander gränzenden schiefen Ebenen (Fig. 50.)  $AB$ ,  $BC$  und  $CD$ , so ist am Ende der ersten Ebene  $AB$  seine darauf erhaltene Geschwindigkeit eben so groß, als ob er vertical durch  $AE$  fiel (§. 237.). Wenn er die Ebene  $BC$  durchläuft, so ist seine erlangte Geschwindigkeit so groß, als ob er die senkrechte Höhe dieser Ebene  $BF = EH$  durchfallen wäre; und bei sehr dem Fußes auf der dritten schiefen Ebene wird er die Geschwindigkeit erhalten, als ob er durch die Höhe derselben  $CG = HI$  gefallen wäre. Seine erlangten Geschwindigkeiten auf diesen schiefen Ebenen sind also gleich den durch die Höhen  $AE + EH + HI$  bei dem senkrechten Falle erlangten Geschwindigkeiten. Diese Höhen machen aber zusammen die senkrechte Linie  $AI$  vom Scheitel  $A$  der ersten schiefen Fläche bis zur Grundlinie der untersten aus. Eben die Geschwindigkeit würde (nach §. 237.) der Körper auch erhalten, wenn er längs  $AI$  herabfiel.

Sagund a. a. O. I. §. 217.

§. 239. Hieraus folgt denn auch, daß ein schwerer Körper, der in einer krummen Linie hinabfällt, am Ende seines Falles eben die Geschwindigkeit erlangt, als wenn er von dem Punkte an, von dem er sich zu bewegen anfängt, senkrecht auf die Horizontallinie, die durch den untersten Punkt der krummen Linie gezogen werden kann, herabfiel, oder auch, als wenn er durch die Chorde des Bogens niederginge.

Jede krumme Linie läßt sich nämlich so ansehen, als ob sie aus unendlich kleinen, einen Winkel einschließenden, geraden Linien bestünde, und also als die Durchschnittslinien an einander gränzender schiefen Ebenen. Folglich wird sich auch der vorige Satz (§. 238.) darauf anwenden lassen. Belegt, der Körper fällt in der krummen Linie  $ABCD$  herab, so wird er hiernach in  $D$  die Geschwindigkeit erlangt haben, die er durch den senkrechten Fall von  $AI = aD$  oder auch durch die Chorde  $AD$  des Bogens  $ABCD$  erhalten würde (Fig. 52.).

§. 240. Wenn ein schwerer Körper durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetzt worden ist, und eine schiefe Ebene hinaufwärts zu gehen genöthigt wird, so wird er mit einer gleichförmig verminderten Bewegung hinaufsteigen, und es wird nach dem bisher vorgetragenen alles das, was oben von dem senkrechten Aufsteigen schwerer Körper (§. 225—227.) gesagt worden ist, sich in Beziehung auf die schiefe Ebene anwenden lassen.

Cartes's Anfangspr. der Natur. §. 77. 78.

## Pendelschwingungen.

§. 241. Ein schwerer Körper, der an irgend einer Stelle, die nicht mit seinem Schwerpunkte übereinkommt, an einem festen Punkte so aufgehängt wird, daß er sich um diese Stelle frey drehen kann, heißt ein Pendel (*Pendulum*).

Eine Kugel, die an einem festen Faden hängt; eine Kanne, die oben um einen Stift drehlich, oder an einem beweglichen Metastatete befestigt ist, können Beispiele abgeben.

§. 242. Wir können uns vorstellen, daß zwar der Punkt B (Fig. 33.) von der beschleunigenden Kraft der Schwere getrieben werde, daß aber die Linie CB, durch die er an dem Punkt C aufgehängt ist, selbst nicht schwere und doch unbiegsam sey. Ein solches eingebildetes Pendel heißt dann ein einfaches oder mathematisches Pendel (*Pendulum simplex*). Ein zusammengesetztes Pendel (*Pendulum compositum*) hingegen ist ein solches, wenn mehrere schwere Punkte an der nicht schweren Linie über einander aufgehängt angenommen werden, oder wenn diese Linie selbst schwer ist.

§. 243. Wenn das durch die Schwere afficirte Pendel ruhen soll, so kann es nur in der Lage seyn, wenn die Richtung des Fadens auf dem Horizonte senkrecht ist; oder sich selbst überlassen, kann es nur dann ruhen, wenn sich sein Schwerpunkte gerade unter dem Aufhängepunkte in der senkrechten Linie durch diesen Punkt befindet.

§. 244. Wird das Pendel aus der senkrechten Lage gebracht, und sich selbst überlassen, so fällt es in einem Kreisbogen wieder hinab. Ist es nun wieder bei diesem Hinabfallen zur senkrechten Richtung gekommen, so hat es durch diesen Fall eine Geschwindigkeit erhalten, als ob es von dem Punkte an, von dem es zu fallen anfing, senkrecht auf die Horizontallinie, die durch den untersten Punkt der krummen Linie gezogen werden kann, herabgefallen wäre (§. 213.); es muß also mit der erlangten Geschwindigkeit

auf der andern Seite wieder im Bogen eben so hoch steigen, wo es sich dann endlich wie vorher in eben denselbigen Umständen befindet, und daher wie das erstmal den Bogen in umgekehrter Richtung durchlaufen, und sich also beständig hin und her bewegen muß. Diese abwechselnde Bewegung nennt man eine *Schwingung* oder *Vibration* des Pendels (*Oscillation, Vibratio penduli*).

Es sey (Fig. 93). *CD* ein einfaches Pendel, und der Punkt *B* werde von der Schwere afficirt. Setzt, es wird das Pendel aus der verticalem Lage in die geneigte *Ch* gebracht, und sich selbst überlassen, so muß es von selbst in Bewegung kommen, weil der schwere Punkt nicht mehr lotrecht unterwärts ist. Der schwere Punkt gravitirt in der Richtung *bq*, und der Faden widersteht in der Richtung *Cb*. Man nehme *Wegere* *Ch* nach *r*, lege *h* auf *Ch* lotrecht, setze *qr* mit *Ch*, und *bq* mit *hr* parallel, so wirkt die Gravitation eben so, als wenn sie der Erdschwerkraft an dem andern Punkte *h* und *hr* wider, die sich wegen der Kraft der Schwere des Punktes, wie die Centrifugalkraft *h* und *hr* des Kreises entgegenwirken, das darauf errichtet ist, zur Dagonallinie *bq* verhalten. Die Kraft *hr* kann keine Bewegung hervorbringen, da ihr der Faden *hC* entgegenwirkt, und sie kann aus dem Faden ziehen; es kann also nur die Kraft *h* wirken, und Bewegung hervorbringen. Da aber der Faden den schweren Punkt immer in gleicher Entfernung von *C* erhält, so wird der bewegte Punkt von der Richtung der Tangente *h* beständig abgelenkt, und genöthigt, einen Kreisbogen zu beschreiben.

Setzt, der schwere Punkt ist von dieser Kreisbewegung bis zu fortgerückt: so wird, weil die Gravitation sich gleich bleibt, und also immer *bq* angenommen werden muß, mit kleiner werden, als *h* war; und doch Centrifugalkraft auf wird immer um desto kleiner werden müssen, je näher der schwere Punkt der niedrigsten Stelle *B* kommt. Der Druck nach *h* ist also eine veränderliche Größe, und vermindert ganz, wenn der schwere Punkt in *B* anlangt. Hier wird also durch eine ausserordentliche Kraft beschleunigt; und weil sie in der Richtung der Tangente immer mehr und mehr abnimmt, so wird auch die in gleichen Zeittheilen hinzukommende Vermehrung der Geschwindigkeit immer geringer, bis sie endlich ganz wechset, wenn der schwere Punkt in *B* angelangt ist. In diesem Augenblicke aber hat er durch den Fall in der freien Fall *h* im Ganzen eine Geschwindigkeit erlangt, als er durch den Fall von *A* in lotrechter Richtung nach *B* erhalten haben würde (S. 92), und der schwere Punkt steht festgehalten, nach der Tangente von *B* weiter in einer horizontalen Richtung mit der erlangten Geschwindigkeit fortzugehen. Da aber der Faden diese geradlinige Richtung hindert, und ihn nöthigt, eine Kreisbewegung seiner Richtung, die er nach der Tangente haben würde, zu ändern, so muß er wieder im Kreisbogen *h* steigen. Da er aber hier eine solche Fläche hinauf steigt, so wird seine Geschwindigkeit eben so rückwärts abnehmen, als sie bei dem Falle von *A* nach *B* zunahm. Setzt, er ist zu *a* gelangt, so wird auf *a* die Kraft vorwalten, die der Bewegung des *B* nach *a* entgegen wirkt; diese Kraft wird an jeder Stelle der Bewegung von *B*

mittel und der auflösenden Materie in der Proportion, worin beide zu einander im Ganzen stehen, zusammengesetzt wäre. Weil also in solchem Falle kein Theil von dem Volumen der Auflösung seyn kann, der nicht einen Theil des auflösenden Mittels enthielte, so muß dieß als ein Continuum das Volumen ganz erfüllen; eben so, weil kein Theil eben desselben Volums der Solution seyn kann, der nicht einen proportionirlichen Theil der aufgelöseten Materie enthielte, so muß auch diese als ein Continuum den ganzen Raum, den das Volumen der Mischung ausmacht, erfüllen. Wenn aber zwei Materien, und zwar jede derselben ganz, einen und denselben Raum erfüllen, so durchdringen sie einander; und also ist eine vollkommene chemische Auflösung eine Durchdringung der Materie, die allerdings eine vollendete Theilung ins Unendliche enthält. Ihre Unbegreiflichkeit ist auf Rechnung der Unbegreiflichkeit der unendlichen Theilbarkeit eines jeden Continuuums zu schreiben.

§. 183. Nach den Principien der atomistischen Naturwissenschaft würde es gar keine wahre Auflösung geben, sondern diese wäre doch nur immer Nebeneinanderstellung der kleinsten ungleichartigen Theile. Nach derselben würden überhaupt nur getrenzte, nicht gemischte Körper (§. 113.) in der Wirklichkeit Statt finden.

Nach Dalton (New System of Chemical Philosophy, übersetzt von Wolff) sind nicht nur die als Einzelmaterien anerkennenen Urstoffe des Lichts und der Wärme unzerlegbare Materien, d. h. solche, die flücker zerlegt und zer werden, als die dem ihre Eigenschaften auf sie einwirken; und die sich daher durch andere Materien so beständig bewegen, ob sie die Poren besitzen, als ob diese anderen Materien die Unzerlegbarkeit ihres Raumes gar nicht erfüllten, sondern es ist auch eine Gasart für die andere, oder eine Gasart für das Wasser und andere tropfbare Flüssigkeiten; ja selbst manche tropfbare Flüssigkeit vor einer andern; selbst der Art in diesem Sinne unzerlegbar. Dasselbe nehmen mehrere Philosophen auch von jenen elektrischen Flüssigkeiten (§. 11. Wasser etc.) an, die durch verschiedene Ursachen, durch Quecksilber und mehrere Körper und flüchtige Körper zerlegt werden, und endlich entstehen einige dieser Theile der letzteren chemischen Verbindungen eine andere (z. B. chem. den Sauerstoff, Wasser, Sauerstoff etc.) da die Natur; ist aber man seine Wirkung an. Wasser, vergleichen kann. 31.



§. 184. Das Volumen zweier Körper, die sich auflösen haben, ist gewöhnlich kleiner, als die Summe ihrer Volumina vor der Auflösung. Seltenere erfüllt das neuentstandene Gemisch ein größeres Volumen, als seine Bestandtheile vor der Auflösung hatten. Daraus giebt einen Beweis von der Veränderung, welche die anziehenden Kräfte der Materie durch die wechselseitige Auflösung erleiden haben.

Beispiel:

- 1) Vor der Auflösung erhalten, bei 50° Fahrenh.:  
 100 Gr. Alkohol, vom specifischen Gewichte = 0,825, ein Volumen  
 = 100  
 100 Gr. Wasser, vom specifischen Gewichte = 1,000, ein Volumen  
 = 100  
 -- 200
- 2) Nach der Auflösung erhalten, bei gleicher Temperatur:  
 200 Gr. aus  $\left( \begin{matrix} 100 \text{ Gr. Alkohol} \\ 100 \text{ Gr. Wasser} \end{matrix} \right)$  vom eigentlichen Gewichte  
 = 0,9202, ein Volumen = 177,91.  
 Also Verminderung des Volumens = 22,09

Jo. Luv. Hahn diss. de alt. causa mixtionis in mutandis corporum volumina bus I. B. 1751. 4. De densitate mixtorum e metal-  
 li et immixta is lactorum, auct. Carol. J. Jorg. Gellert, in sen-  
 cementi acad. petrop. T. XIII p. 9-2. Abstr. in Greife neuem  
 Chem. Archiv. B. II. S. 514. De densitate mixtionum lectum  
 permutatum, auct. G. W. H. Kraft, ebenbüchig T. XIV p. 830,  
 Abstr. ebenbüchig S. 317. Versuche und Beobachtungen über die specifi-  
 sche Schwere und die Anziehungskraft verschiedener Salzzarten, —  
 von Mich. Harnow, a. d. Kopenh. von L. Erel. Berlin und Göttingen  
 1775. II. 2. Anmerkungen über die Eigenschaften auf Zinn und Blei,  
 von Axel Bergman, in den neuen schwed. Akad. B. I. 1780.  
 S. 170, Abstr. in Greife neuem Archiv. T. VIII. S. 100.  
 Versuche über die Veränderungen der Dichtigkeit bei der Mischung von  
 Alkohol und Wasser, von G. Linn; in Greife neuem Journ. der  
 Physik. B. II. S. 454. 6. Versuche über die Veränderung des Volumens  
 und über die Vertheilung der Gase, die bei der Amalgamation  
 Statt hat, von Hrn. Vauquelin, ebenbüchig B. III. S. 31. II

Der Grund der bestimmten Proportion, in welcher sich un-  
 terschiedliche Materien mischen, liegt in dem Verhältnisse des Anziehens  
 zu dem der Abstoßung, welches jedes Element besitzt und der  
 Zusammenziehung der verschiedenen Bestandtheile. Ist die Anziehung  
 einer der einzelnen Bestandtheile größer als die Zusammenziehung  
 beider, so ist das Gemisch dichter als das Mittel aus beiden  
 Bestandtheilen; ist umgekehrt die Zusammenziehung größer, so ist das  
 Gemisch dünner als das Mittel aus beiden Bestandtheilen. Art

§. 185. Die durch Auflösung entstandene Substanz  
 ist eine andere Natur,

als die einzelnen Stoffe, woraus sie besteht, und ist nun als eine neue, speciell davon verschiedene Materie anzusehen.

§. 186. Zwen feste Körper können sich einander nicht auflösen. Die Summe der Cohäsionskräfte ihrer gleichartigen Theile ist größer, als die Summe ihrer Verwandtschaften. Schon in der ältern Chemie hatte man daher den Grundsatz: *corpora non agunt, nisi fluida*. Es muß also erst immer, wenigstens bey Einem Körper, die Cohäsion seiner gleichartigen Theile in einem hohen Grade vermindert, d. h., er muß flüssig gemacht werden, ehe eine Auflösung vor sich gehen kann.

§. 187. Man unterscheidet h. hernach Auflösungen auf nassem Wege (*Solutiones humidae*) und Auflösungen auf trockenem (*Solutiones siccae*). Wen man ist von den sich auflösenden Substanzen wenigstens Eine schon an und für sich im tropfbarflüssigen Zustande; den diesen hingegen sind sie an und für sich fest, und sie müssen erst durch Schmelzung in den Zustand der Flüssigkeit versetzt werden, ehe sie sich auflösen können.

§. 188. Wenn ein flüssiges Auflösungsmittel von einem festen auflösenden Körper so viel in sich genommen hat, als es nur davon auflösen kann, so sagt man, es sey gesättigt (*saturatum*). Die Verwandtschaft des ersten gegen die Theile des letztern hat also dann ihre Gränzen. Sehr oft ist diese Sättigung nach der verschiedenen Temperatur außerordentlich verschieden.

§. 189. Wir merken hier noch den Unterschied zwischen partieller und totaler Auflösung. Bey der ersten wird nicht die ganze Materie, sondern nur der eine oder andere Bestandtheil derselben vom flüssigen Auflösungsmittel in sich genommen, mit Zurücklassung der übrigen, gegen die das letztere keine Verwandtschaft hat. So kann also auch die Auflösung zur Scheldung dienen.

Ein Beispiel giebt die Scheldung des Goldes vom Silber durch die Quart.

§. 190. Wenn hierbei der abgeschiedene Stoff, sey einfach oder zusammengesetzt, bey der Temperatur, wo bey uns leben, die Aggregation der ausdehnbaren Flüssigkeit annimmt, oder auflösung wird, so geht dann die Auflösung mit Verdick und Aufschäumen vor sich, das man das Aufbrausen (*effervescens*) nennt.

§. 191. Wenn der abgeschiedene Körper aus der Auflösung als ein fester Körper zum Vorschein kommt, so nennt man es Niederschlagung oder Fällung (*Præcipitation*). Der auf diese Art abgeschiedene Stoff heißt ein Niederschlag (*Præcipitatum*), und der Körper, der wegen seiner nähern Verwandtschaft den Niederschlag bewirkt, das Fällungs-, oder Niederschlagungsmittel (*Præcipitans*).

§. 192. Die Niederschlagungen geschehen bald durch einfache Wahlverwandtschaft, entweder so, daß das Auflösungs- mittel mit dem Fällungsmittel näher verwandt ist, als mit dem aufgelöseten Körper, und deßhalb mit jenem zusammentritt und diesen fahren läßt; oder so, daß der aufgelösete Körper gegen das Fällungsmittel mehr Verwandtschaft hat, als gegen voriges Auflösungsmittel, und damit ein unlösliches unauflösliches Product bildet: bald durch doppelte Wahlverwandtschaft.

§. 193. Dieinnach sind die erhaltenen Niederschläge aus einer und derselben Auflösung verschieden; und man kann daher nach der Wahl des Fällungsmittels einen Körper aus einerley Auflösungsmittel unter sehr mannichfaltigen Gestalten niederschlagen.

§. 194. Die Niederschlagungen unterscheidet man übrigens auch, wie die Auflösungen (§. 87), in Niederschlagungen auf nassem Wege, und Niederschlagungen auf trockenem Wege.

§. 195. Alle Niederschlagungen geschehen nach Bergmann durch Wahlverwandtschaften, nach Berthollet in Folge der vorwaltenden Cohäsionen, und es giebt im eigent-

lichen Sinne keine sogenannten freywilligen Niederschlägungen (*Fraecipitationes spontaneae, spuriae.*) Das wären Wirkungen ohne Ursach.

*Tryb. Bergmann de attractionibus electricis: in suis opusculis physico-chemicis Vol. III S. 201. Des Herrn Guston Morveau's allgemeine theoretische und praktische Grundlege der chemischen Mineral oder Kabinetsordnung Aus dem Franz. von Dav. Jos. Vais, Herausgegeben von A. G. St. Hermannsdr. Berlin 1784. & Gren's systematisches Handb. der Chemie, Bd. IV. S. 144 f.*

„Vergl. auch Berthollet a. a. O. Im sten und 4ten Abschnitt meiner Anleitung, habe ich es versucht, die Herrn Bergmann's, Berthollet's und Dalton's Lehren von der chemischen Verwandschaft bekannt gemachten Hauptprincipien mit der stehenden Vergleichung zu unterwerfen.“

S. 1.

### Drittes Hauptstück.

#### Phänomene der Schwere im Allgemeinen.

##### §. 196.

Jeder Körper, welcher unterstützt ist, brücht auf die Unterlage, welche ihn unterstützt, und fällt oder bewegt sich, wenn die Unterstützung weggenommen wird, in einer geraden Linie nach der Erde zu, ohne daß wir eine äußere Ursache dabey wahrnehmen, welche diese Bewegung hervorbrächte.

§. 197 Diese Richtung zeigt ein Faden an, woran ein Körper frey herabhängt. Eine Linie in dieser Richtung heißt eine lothrechte, senkrechte oder verticale Linie (*Linea verticalis*). Eine Ebene, worauf sie senkrecht ist, heißt eine waflerrechte oder Horizontale Ebene (*Planum horizontale*), und eine gerade Linie, in dieser Ebene gezogen, eine waflerrechte oder Horizontal, Linie (*Linea horizontalis*.)

„De

Die Richtungen Schwerer, an die man sich von einander (z. B. 30 bis 40 Grad) fallender Körper nach in ihnen auch die Richtung der Fäden, an welche schwere Körper befestigt werden einander hängen, was den für parallel angenommenen, inwendig aber, streng genommen, zu konvergierend (konvergierend) sind. Man legt jetzt Anomalie vor, weil, wenn man die Erde von 40 bis 50 Grad mit einer der Erde in Vergleichung - den Fäden vergleicht, sie ja nicht unbeweglich (Gravität) ist."

§. 198. Dieses Bestreben der Körper, in senkrechter Linie gegen den Horizont sich von selbst zu bewegen, wenn sie nicht unterstügt sind, oder nach eben der Linie die Unterlage, worauf sie ruhen, zu drücken, heißt die Schwere (Gravitas).

§. 199. Da auf der Oberfläche einer Kugel keine andere Linie senkrecht steht, als diejenige, welche verlängert durch den Mittelpunkt der Kugel geht, so müßte auch, wenn die Erde eine kugelförmige Gestalt hätte, die Directionslinie der fallenden Körper verlängert gegen den Mittelpunkt der Erde gehen. Da aber die Erde eigentlich keine Kugel, sondern ein Erhärdoid ist, so gehen zwar nicht alle Richtungen der Schwere durch ihr Centrum; in der Praxis aber können wir ohne merklichen Fehler hier die Erde als eine vollkommene Kugel, und, wegen der großen Entfernung des Centrums derselben von der Oberfläche, die Directionslinien der Schwere benachbarter Körper auch als parallel ansehen.

„Aber großen runden Körpern, auf den Meeren u. dgl., ist die Richtung der Schwere überall senkrecht, und da die Meeres-Oberfläche als eine glatte Fläche der Erdoberfläche, kugelförmig ist, so geht die Richtung der Schwere von der Meeresoberfläche ab, überall nach dem Centrum der Erde."

§. 200. Die Schwere ist eine stetig wirkende Kraft: denn wir nehmen ihre Wirkung, Druck und Fall der Körper, in jedem Augenblicke der Beobachtung und ununterbrochen wahr.

§. 201. Die Schwere ist eine Eigenschaft aller irdischen Körper, und durch sie wird erst die Verbindung derselben unter einander zu unserm Erdballe möglich. Durch

Ernst Mach, d. dgl.

§

§. 175. Hierher gehört auch die Aneignung (Appropriatio), wenn zwei ungleichartige Stoffe, die keine zusammengehende Verwandtschaft gegen einander äußern, durch Hülfe einer dritten Substanz, und mit dieser zusammen, in Verbindung treten, und sich zu einem homogenen Ganzen vereinigten.

Beispiele: Sennes Oel, Wasser, Asfalt.  
Schwefel, Wasser, Asfalt.

Eben so wenig, als diese anerkannte Verwandtschaft, ist die so genannte vorbereitende als eine eigene Art der Verwandtschaft zu unter-  
haben

§. 176. 2) Die einfache Wahlverwandtschaft (Affinitas electiva simplex) findet Statt, wenn zwei mit einander zu einem gleichartigen Ganzen vereinigte ungleichartige Stoffe durch einen hinzukommenden dritten getrennt werden, der einen von den beiden verbundenen stärker anzieht, als sie sich unter einander anziehen, und wobei der andere abgetrieben wird.

Beispiele:

Vormer Zusammensetzung.		
Gas	Wasserdampf.	Neue Zusammensetzung.
	Wasser.	
Vormer Zusammensetzung.		
	Alaun	
Eisenerde	Schwefelsäure.	Neue Zusammensetzung.
	Gerbstoffalkali.	
Vormer Zusammensetzung.		
	(Bergglas)	
Bley	Schwefel.	Neue Zusammensetzung.
	Eisen.	

Der anstehende Ausdruck Wahlverwandtschaft wurde von Bergmann zuerst über, nemlich bei Berzelius, das bey der Zersetzung eines Gemisches aus kohl. a. oder b. von Seiten des c, oder umgekehrt, mit Auswahl angetrieben werde; Berzelius suchte dagegen zu zeigen, daß die Zersetzung sowohl, als auch, wie auch in der Natur der wasser- und gasförmigen doppelten Wahlverwandtschaft größtentheils zu Stande komme durch die Wirkungen der Cohäsion, daß jedoch auch darauf — wie auf die Wirkung zweyer oder mehrerer Kräfte — die ursprüngliche oder erhaltene Ausdehnbarkeit derselben, das Licht, die Wärme, und vorzüglich die Menge der in Berührung mit derartigen Materien, Einfluß habe. Veral. C. 2. Berzelius' Unternehmung über die Gesetze der Verwandtschaft in der







„Sind daher noch diese Verhältnisse bekannt, 1. P. die chemische Zahl (oder die stoichiometrische Gewicht, und die Dichtigkeit, so läßt sich daraus das dritte, 2. P. die Verbindung und mit Hülfe desselben das zweite (1. P. Eigenwärmewert) u. s. w. erschließen und herrechnen; §. 125. Anm. Woher wollen werden vor Beliebigkeit erhalten, die stoichiometrischen Gewichte und die daraus entstehenden Verhältnissverhältnisse der Stoffe und Gemische sicher zu bestimmen; einholen vergl. eben d. s. O. und §. 52. Anm., §. 113. Anm. §. 115 — 119. 21.“

§. 178. 3) Die dritte Art der Verwandtschaft ist die **mehrfache Wahlverwandtschaft** (*Affinitas duplex, multiplex*), wobei mehr als eine neue Verbindung ungleichartiger Stoffe Statt findet, oder wenn zwei mit einander vereinigte Stoffe durch Hinzukunft zweier andern (die unter sich verbunden, oder auch einzeln seyn können), vermöge der respectiven Anziehung zu denselben, getrennt werden, und neuen zwei neue Verbindungen entstehen.

Beispiele:

	Borire Zusammenlegung. (Blauberz.)	
Neue Zusammenlegung. (Gyps.)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Schwefelsäure    Mineralsäure  Kalkerde.    Salziges Säure </div>	Neue Zusammenlegung. (Kochsalz)
	Vertes Zusammenlegung (Salzigsaure Kalkerde.) Wenige Zusammenlegung. (Kohlensäure.)	
Neue Zusammenlegung. (Glas.)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Sewachsaure    Kohlenäure.  Kalkerde.    Wärmestoff </div>	Neue Zusammenlegung Kohlenäures Gas.

§. 179. Wenn eine Materie sich mit einer andern spezifisch verschiedenen oder ungleichartigen dergestalt vereinigt, daß sie zusammen eine völlig gleichartige Masse ausmachen, in der wir die Theile der einen von den Theilen der andern nicht mehr zu unterscheiden vermögend sind, so nennt man dies eine **Auflösung** (*Dolutio*.)

§. 180. Hierben nennt man gewöhnlich denjenigen von beiden Stoffen, welcher durch seine Flüssigkeit, oder durch seine Schärfe, oder durch seine Menge vorzüglich wirksam zu seyn, und den andern in seine vermeinten Zwischendume aufzunehmen scheint, das **Auflösungsmittel**

(Solvent, Menstruum). den andern aber, der sich mehr lebend zu verhalten scheint, den auflösenden Körper. Dieser Unterschied ist aber in der Wirklichkeit nicht gegründet, sondern beide Materien verhalten sich thätig. Um des Sprachgebrauchs willen kann man ihn indessen beider halten.

§ 181. Bei jeder Auflösung wird nicht bloß der Zusammenhang der Theile des aufzulösenden Körpers aufgehoben, sondern dieser wird so mit dem Auflösungsmittel verknüpft, daß sie nun beide zusammen eine Masse ausmachen, die sich völlig gleichartig ist, und in welcher man auch mit dem besten Vergrößerungs Glafe nicht mehr die ungleichartigen Theile, die sich aufgelöst haben, von einander unterscheiden kann. Es muß also nothwendig eine wechselseitige Beziehung zwischen den Theilen des Auflösungsmittels und des aufzulösenden Körpers Statt finden, welche stärker ist, als die zwischen ihren respectiven gleichartigen Theilen selbst; oder die Verwandtschaft der sich auflösenden Körper muß größer seyn, als der Zusammenhang ihrer gleichartigen Theile.

„Berthollet's Ansicht gemäß, giebt es überhaupt keine Verwandtschaft, sondern es tritt jede unähnliche Materie mit der ihr unähnlichen Pectenz, u. Kräfte, gleichenden Kraft der Ausziehung, die im Verhältniß ihrer wirkenden Masse zunimmt, in die Verbindung, und das Product der eben gedachten Ausziehung mit der Masse, nennt B. die chemische Masse und fñhet das chemische Moment, s. a. C.

§. 182. Zur vollkommenen Auflösung specifisch verschiedener Materien durch einander gehört, daß darin kein Theil der einen angetroffen wird, der nicht mit einem Theile der andern, von ihr specifisch unterschiedenen in derselben Proportion wie die ganzen vereinigt wäre. Nun ist offenbar, daß, so lange die Theile einer aufgelöseten Materie noch Klumpchen sind, nicht nimmer eine Auflösung derselben möglich ist, als die der größern, ja daß diese wirklich so lange fortgehen muß, wenn die auflösende Kraft bleibt, bis kein Theil mehr da ist, der nicht aus dem Auflösungs-

mittel und der auflösenden Materie in der Proportion, worin beide zu einander im Ganzen stehen, zusammenge-  
 setzt wäre. Weil also in solchem Falle kein Theil von dem  
 Volumen der Auflösung seyn kann, der nicht einen Theil  
 des auflösenden Mittels enthalte, so muß dieß als ein Con-  
 tinuum das Volumen ganz erfüllen; eben so, weil kein  
 Theil eben desselben Volums der Solution seyn kann, der  
 nicht einen proportionirlichen Theil der aufgelöseten Materie  
 enthalte, so muß auch diese als ein Continuum den ganzen  
 Raum, den das Volumen der Mischung ausmacht, erfül-  
 len. Wenn aber zwei Materien, und zwar jede derselben  
 ganz, einen und denselben Raum erfüllen, so durchdringen  
 sie einander; und also ist eine vollkommene chemische Auf-  
 lösung eine Durchdringung der Materie, die allerdings  
 eine vollendete Theilung ins Unendliche enthält. Ihre  
 Unbegrenztheit ist auf Rechnung der Unbegrenztheit  
 der unendlichen Theilbarkeit eines jeden Continuum's zu  
 schreiben.

§. 183. Nach den Principien der atomistischen Na-  
 turwissenschaft würde es gar keine wahre Auflösung geben,  
 sondern diese wäre doch nur immer Nebeneinanderstellung  
 der kleinsten ungleichartigen Theile. Nach derselben würden  
 überhaupt nur gemengte, nicht gemischte Körper (§. 113.)  
 in der Wirklichkeit Statt finden.

„Nach Dalton (New System of Chemical Philosophy, überlegt  
 von Wolf) sind nicht nur die als Elementen angesehenen Stoffe  
 aus Licht und der Wärme unzerstörbare Materien, d. h. welche  
 die Natur bedient sind oder werden, als die chemische Verbindung auf  
 sie einwirkt, und die sich daher durch andere Materien so hindurch-  
 dringen (ohne daß diese davon betroffen), als ob diese anderen Materien  
 die Umgränzung ihres Raumes gar nicht erfüllten, sondern es  
 ist auch eine Gattung für die andere, oder eine Gattung für das Wasser  
 und andere tropfbare Flüssigkeiten, so sehr auch tropfbare  
 Flüssigkeiten für eine andere Gattung der Art in diesem Sinne un-  
 zerstörbar. Derselbe ordnet mehrere Klassen auch von festen eleme-  
 nten Flüssigkeiten (§. 21. Wasser &c.) an, die durch chemische Hand-  
 le, durch Quecksilber und mehrere Alkalien und Salze Körper hindurch-  
 dringen werden, und enthält außerdem einige dieser Körper den jeder  
 ihren Theiltheil eine ähnliche (nicht chemische) Proportion, um  
 vollständig zu durchdringen, worüber man keine Meinung  
 zu. Abh. vergleichen kann.“

§. 184. Das Volumen zweyer Körper, die sich auflösen, ist gewöhnlich kleiner, als die Summe ihrer Volumina vor der Auflösung. Seltener erfüllt das neuentstandene Gemisch ein größeres Volum, als seine Bestandtheile vor der Auflösung hatten. Beides giebt einem Beweis von der Abänderung, welche die anziehenden Kräfte der Materie durch die wechselseitige Auflösung erleiden haben.

Beispiel:

- 1) Vor der Auflösung erfüllen, bey 60° Fahrh.:  
 100 Gr. Alkohol, vom eigenthüml. Gewichte = 0,805, ein Volumen = 100.  
 200 Gr. Wasser, vom eigenthüml. Gewichte = 1,000, ein Volumen = 200.  
 Nach der Auflösung erfüllen, bey gleicher Temperatur:  
 300 Gr. aus  $\left[ \begin{array}{l} 100 \text{ Gr. Alkohol,} \\ 100 \text{ Gr. Wasser,} \end{array} \right]$  vom eigenthüml. Gewichte = 0,93008, ein Volumen = 177,41.  
 Also Verminderung des Volums = 22,59.

Jo. Dan. Hahn diss. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus I B. 1751. 4. De densitate mixtorum e metallico et ferrometallico factorum, auch Christ. Ehreg. Gellert, in den comment. acad. petrop. T. XIII. p. 328. überl. in Crell's neuem Chem. Archiv. B. IV. S. 313. De densitate metallorum secundum permixtorum, auch Gc. Wulff. Kraft. ebendaßelbst T. XIV. p. 250. überl. ebendaß. S. 527. Versuche und Beobachtungen über die specifische Schwere und die Anziehungskraft verschiedener Salzerzen, — von Rich. Kirwan, o. b. Engl. von L. Crell. Berlin und Stettin 1745. 8. Anmerkungen über die Ausprobe auf Zinn und Bismuth von Art. Bergenskiöld; in den neuen schwed. Abhandl. B. I. 1790. S. 156. überl. in Crell's neueren Entdeckungen, Th. VIII. S. 160. Versuche über die Veränderungen der Dichtigkeiten bei Vermischung von Alkohol und Wasser, von Gilpin; in Gren's neuem Journ. der Physik. B. II. S. 365. 8. Versuche über die Veränderung des Volums und über die Zersprengung der Gefäße, die bey der Krystallisation Statt hat, von Herrn Dauguelin, ebendaß. B. III. S. 81. 8.

„Der Grund der bestimmten Proportion, in welcher sich ungleichartige Materien mischen, liegt in dem Verhältnis des Gleichgewichts zwischen der Ausdehnungskraft jedes Bestandtheils und der Zusammenziehung der verschiedenen Bestandtheile; ist die Ausdehnung der einzelnen Bestandtheile größer als die Zusammenziehung beider, so ist das Gemisch minder dicht als das Mittel aus beiden Dichtigkeiten: ist umgekehrt die Zusammenziehung größer, so ist das Gemisch dichter als das Mittel aus beiden Dichtigkeiten.“ Kr.”

§. 185. Die durch Auflösung entstandene Substanz besitzt andere Eigenschaften, und zeigt eine andere Natur,

Phoronomia, sive de visibus et motibus corporum solidorum et fluidorum libr. II. auct. Jac. He. magno; Amstelæd. 1716. 4. S. 568 ff. De la Lande en. cui, astronom. S. 103.

3) Wegen der Größe der Schwingungsbogen. Hierher gehört das, was §. 254 angeführt worden ist.

4) Wegen der Wärme. Die Temperatur kann nemlich die Länge des Maassstabes ändern; und daher ist es nöthig, bey der Messung des Probependels sich entweder stets einer gleichförmigen Temperatur zu bedienen, oder den Unterschied der Länge bey andern Temperaturen an dem Maassstabe erforscht zu haben. — Wenn die Pendeln selbst von der Wärme und Kälte in ihrer Länge verändert werden, so würden sie natürlicher Weise ihren Isochronismus nicht behalten. An genauen Uhren hat man deswegen Pendeln aus verschiedenen Materialien anzubringen gesucht, die sich wechselseitig durch Verkürzung und Verlängerung bey verschiedenen Temperaturen compensiren; dahin gehört Grahams und Romains rostförmiges Pendel aus eisernen und kupfernen Stäben. Noch vollkommener hat man die Verbindung von Stäben aus Eisen und Zink gefunden.

*Auf. herb. introd. ad phnos. natural. I. p. 673. 676. Kersch. essai d'horlogerie; à Paris, T. II. 1763. 4. T. 2. S. 113. — 117. 181 — 182. 189 — 570.*

„Hiernach läßt sich ein phos. Pendel von bestimmter Größe, für den bleibenden Ort auch als Wärmemesser gebrauchen, indem — des übrigen zu einem Festwiderstande, bestimmtem Grade der Neuheit 10. — die eintretende Verlangsamung der Schwingungen die durch die Schwungradzeit feststehende bestimmte Zunahme der Wärme, die Beschleunigung der Schwingungen hingegen die bestimmte Abnahme der Wärme anzeigt.“

§. 262. Ungeachtet aller dieser Verichtigungen lehrt die Erfahrung, daß an den verschiedenen Orten auf der Erde unter verschiedenen Breiten die Länge des einfachen Sekundenpendels nicht gleich sey; woraus denn folgt, daß die Beschleunigung der Schwere in den verschiedenen Breiten nicht gleich seyn könne. Man hat diese Länge gefunden:

- 1) unter dem Aequator an der Mercesfläche, 439,21 Lin. parisi. = 454,48 rheinl.;
- 2) zu Paris, unter der Breite von  $48^{\circ} 50'$ , 440,57 Lin. parisi. = 455,89 rheinl.;

3) zu Leyden, unter der Breite von  $52^{\circ} 9'$ , 440,71  
paris. = 456,04 rheinl.;

4) zu Pello in Lappland, unter der Breite von  $66^{\circ} 48'$ ,  
441,27 Lin. paris. = 456,61 rheinl.

Die Bestimmung der Pendellänge von andern Orten sehe man bei  
Muschendorf; introd. in philos. nat. T. I. S. 99. und in Bodens  
Kenntniß der Erdoberfl., S. 85.

Nach den neuesten und genauesten Versuchen in Paris hat man die  
wahre Länge des Secundenpendels daselbst 440,6 Lin. paris. gefunden.

Folgende Uebersicht giebt neueren Bestimmungen gemäß die  
Vergleichung der Pendellängen und der Fallräume verschiedener  
Orte:

Beobachtungsort und geogr. Breite desselben.	Länge in Pariser Maas.	
	des wahren Secun- denpendels.	des Fallraums in der ersten Secunde.
Unter dem Aequator $0^{\circ}$ , $0'$	— 36 <sup>''</sup> 7 <sup>'''</sup> ,21	— 15 <sup>''</sup> ,052
Paris $48^{\circ}$ , $50'$	— 36 <sup>''</sup> 8 <sup>'''</sup> ,64	— 15 <sup>''</sup> ,101
Pello $66^{\circ}$ , $48'$	— 36 <sup>''</sup> 9 <sup>'''</sup> ,17	— 15 <sup>''</sup> ,118
Spitzbergen $79^{\circ}$ , $50'$	— 36 <sup>''</sup> 9 <sup>'''</sup> ,40	— 15 <sup>''</sup> ,106

Bouguer's im Jahr 1738 zu Quito: angestellten Beobachtungen  
zufolge (vergl. B. u. G. O.), ist daselbst unter  $0^{\circ}$  Br. die Länge des  
wahren Secundenpendels an der Meeressfläche = 36<sup>''</sup>, 7<sup>'''</sup>,21 auf  
den Cordillieren zu Quito 8796 Fuß über Meeressfläche = 36<sup>''</sup> 6<sup>'''</sup>,88  
und auf dem Pichincha 14604 par. F. über Meeressfläche = 36<sup>''</sup> 6<sup>'''</sup>,69.  
Kr.

§. 263. Die Lehren vom einfachen Pendel hatte  
schon Galilei mit den Gesetzen der Schwere erfunden;  
Huygens aber erweiterte diese Erfindung, machte vom  
Jahre 1656 an davon überaus wichtige Anwendungen zur  
Verbesserung der Uhren, und wurde der Erfinder der Pens  
deluhr. Er schlug auch die Länge des einfachen Secun-  
denpendels zu einem allgemeinen Fußmaaße vor, und  
nach seinem Vorschlage sollte der dritte Theil dieser Länge  
der allgemeine Fuß seyn. Er wußte aber damals noch nicht,  
daß die Länge des Secundenpendels unter verschiedenen  
Breiten verschieden sey, und daß sie zwar ein natürliches,  
aber kein allgemeines Längenmaaß gewöhre. Für einen  
Ort bleibt indessen diese scharfsinnige Bestimmung immer an-  
wendbar.

Christ. Hugensii horologium oscillatorium. Paris. 1673. Fol.

Vorles., durch Zeitmessungen unveränderliche Linien, Körper- und Gewichtsmasse zu erhalten, von Joh. Wiedemann, d. D. Publ. übers. mit Anm. von J. G. Wiedemann, Elberf. 1790. 4.

§. 264. Eine andere sehr wichtige Anwendung der Geiße vom Pendelmache Huygens dadurch, daß er vermittelst derselben die Beschleunigung der Schwere bestimmte. Weiß man nemlich die Länge des einfachen Pendels, so läßt sich nach §. 253. leicht bestimmen, wie viel Fuß der Körper in der ersten Secunde seines Fallens durchlaufe. Weil nemlich die Quadratzahl der Schwingungszeit des Pendels sich zur Quadratzahl von  $\frac{1}{4}$  oder von 3,1415926... (als dem Verhältnisse der Peripherie des Kreises zum Durchmesser) verhält wie die halbe Länge des Pendels zur Beschleunigung der Schwere: so darf man nur die halbe Länge des einfachen Secundenpendels für einen gewissen Ort mit der Quadratzahl von 3,1415926.. multiplizieren, um den Fallraum schwerer Körper in der ersten Zeiteinde, oder die Beschleunigung der Schwere, für den Ort der Beobachtung zu finden. Die Länge des einfachen Secundenpendels ist nach Maritan zu Paris 440,57 Linien (§. 262.), folglich die halbe Länge 220,28 Linien (paris.), und diese mit der Quadratzahl von 3,1415926 = 9,869604 multipliziert, giebt für die Fallhöhe der ersten Secunde 2174,07 Linien paris., oder sehr nahe, wie oben (§. 215.).

Kant's *Metaphysik der Natur*. I. 94.

§. 265. Da die Beobachtungen lehren, daß die Länge des einfachen Pendels, wenn es isochronisch bleiben soll, unter dem Aequator kürzer seyn muß, als gegen die Polarländer zu (§. 261. 2.), so folge, daß die Schwere unter dem Aequator geringer seyn müsse, als gegen die Pole zu. Zu Folge dieser Beobachtungen wächst die Länge des einfachen Sekundenpendels, je mehr man sich vom Aequator gegen die Pole zu entfernt. Es ist zwar nicht das Ganze der Verminderung dieser Länge gegen den Aequator zu auf Rechnung der Verminderung der Gravitation zu schreiben, son-



dem ein Theil kommt auf Rechnung der größern Centrifugalkraft unter dem Aequator; da aber dieser Theil bestimmt werden kann (§. 261. 2.), so läßt sich auch noch angestellter gehöriger Berichtigung die Verminderung der Schwere gegen den Aequator zu angeben. Die Schwere an den verschiedenen Orten verschiedener Breiten verhalten sich wie die Längen des einfachen Secundenpendels, die man nach den gehörigen Berichtigungen gefunden hat.

*Newtoni princip. philos. natur. III. pr. 20.*

§. 266. Eben so lehrt auch die Erfahrung, daß Pendel, die isochronisch schwingen, auf hohen Gegenden kürzer, als in niedrigen seyn müssen; woraus denn folgt, daß die Schwere vom Mittelpunkte der Erde weiter abwärts geringer ist, als bei näherer Nähe, und daß diese mehrere Erfahrung wahrscheinlich der Grund ist, warum gegen den Aequator zu isochronische Pendeln, auch nach der Correction wegen der Centrifugalkraft (§. 261.), kürzer seyn müssen, als gegen der Pole hin.

*Bonguer traité de la figure de la terre. à Paris 1762. 4. S. 515 557.*

Nach ihm war die Länge des einfachen Secundenpendels unter dem Aequator

in der Höhe von 2473 Toisen 56 Z. 6,70 L.

an der Meeressfläche 56 - 6,83

an der Meeressfläche 56 - 7,07

Nach der gehörigen Berichtigung sind diese Längen: 56 Z. 6,89 L.; 56 Z. 6,88 L.; 56 Z. 7,21 L.

Von den erdichteten Versuchen einiger Franzosen, die das Gewicht darthun sollten, siehe man: *Les sages ou Journal de Physique*, I. I. S. 249; *De Luc lettres physiques et morales*, L. 45. T. II. S. 358, und *Ward philosophische Schritten*, S. 197.

## Wurfbewegung.

§. 267. Wenn ein schwerer Körper in einer Horizontalen, oder in einer andern, die nicht auf dem Horizonte senkrecht ist, in einem freyen Mittel durch irgend eine Kraft fortgeworfen wird, so würde er, wenn die Schwere nicht auf ihn wirkte, in gleichen Theilen der Zeit gleiche Räume nach der Richtung des Wurfs durchlaufen; die Schwere

treibt ihn aber senkrecht, nach der Fläche der Erde herab, und der Körper wird also von zwei Kräften zugleich getrieben, deren Richtungen einen Winkel einschließen. Folglich ist die Bewegung des Körpers zusammengesetzt, und seine Bahn würde sich nach dem, was hiervon (§. 87.) gesagt worden ist, leicht finden lassen. Die Kraft der Schwere aber wirkt nicht bloß im Anfange, sondern, als eine stetige Kraft, ununterbrochen, und beständig folglich den Fall des Körpers gleich förmig. Wenn dieser also bey der durch den Wurf erhaltenen Geschwindigkeit als bloß träge im ersten Augenblicke ein Raumtheilchen der geradlinigen, z. B. horizontalen Bahn fortgeht, so wird er auch während dieser Zeit durch die Schwere herabgetrieben, folglich nach Endigung desselben so tief seyn, als er bey'm losprechenden Falle seyn würde; nach dem zweiten Augenblicke wird er aber viermal tiefer gesunken seyn (§. 214), wenn er in der Bewegung nach der Kraft des Wurfs, oder nach der Projectionallinie, nur 3 von solchem Raumtheilchen, als im ersten Augenblicke, fortgerückt ist; nach dem dritten Augenblicke ist er neunmal tiefer gefallen, da er vermöge seiner Geschwindigkeit durch die erstere Kraft wieder nur einen dreysach so großen Raum, als im ersten Augenblicke, vorgebracht ist, u. s. w. Kurz, der geworfene Körper wird eine krumme Linie beschreiben, worin sich die Abscissen verhalten wie die Quadrate der Ordinate, und folglich eine Parabel. Auch dieses Gesetz hat Galilei zuerst entdeckt.

Es werde ein schwerer Punkt (Z. a. 53.) A in der horizontalen Richtung AHO bewegt. Man theile A in drei gleiche Theile AB, BC, CH, die von dem beschriebenen Körper in gleichen Zeiten zurückgelegt werden würden. Allein so wie die leere Wundbenennung des schweren Körpers anlangt, setzt er durch die Schwere d. h. ab. Die ersten setzen, daß er in dem Zeittheilchen, da er AB ohne Schwere zurücklegen würde, durch diese AB durchläuft; er wird also die Distanz AB durchlaufen an seyn, sobald er nach Endigung des ersten Zeittheils in E befindet. Am letzten Zeittheile wurde er nach der Richtung des Wurfs, wenn er nicht schwer wäre, nach BE = EM fortgerückt seyn: die Schwere würde ihn aber in diesem zweiten Zeittheile adernmal tiefer hinabdrücken, als er ersten, so daß am ME = KP = 3 AK. Er durchläuft also die Parabel EKP. Da a. Herkommens EMOF, und befindet sich nach Endigung des zweiten Zeittheils in F, 4 noch der senkrechten Höhe

AP — g AK durchschneiden. Im dritten Zeittheile würde ihn die Kraft des Wurfs um  $P' = GH$  emporheben lassen: er durchschlägt aber wegen der Schwere in diesem Zeittheile den höchsten Punkt FA = g HL, und erreicht also die Distanz g FL, so daß er vom Endpunkte der 2ten Zeittheile g AK in der senkrechten Höhe AD = HL hinabfällt.

Da die Schwere auf den bewegten Punkt nicht bloß in A, E und F, sondern in jedem Punkte seiner Bahn wirkt, so machen auch die Tangenten AH, FI und FL keine Geraden, sondern krumme Linien aus, und die ganze Bahn ist eine krumme Linie, die der Eigenschaft einer Parabel hat. Denn wenn man AN für die Höhe dieser krummen Linie nimmt, so sind AK, AP und AN die Abscissen, und KE, FI und HL die Ordinaten. Man ist vermöge der Construction  $AK:AP = KH:IF = AG:AG'$ ; und  $AK:AN = KE:NL = AG:AH$ .

Galluzi d. a. og. de motu locali. L. II. 1739. q. IV. th. I.

§. 268. Nicht nur in der horizontalen Richtung, sondern auch in jeder andern, weßfern sie nur nicht auf den Horizont senkrecht ist, müssen nach dieser Theorie die geworfenen schweren Körper eine parabolische Bahn haben, und zwar nicht nur bey dem Hinabfallen, sondern auch bey dem Hinauffliegen, und es läßt sich selchergestalt der Weg, den sie nehmen, und der Ort, wo sie sich in einer gewissen Zeit befinden, bestimmen, wenn man die anfängliche Geschwindigkeit, mit der sie geworfen wurden, oder die Gewalt des Wurfs (Impetusactus), so wie den Winkel kennt, den die Richtungslinie mit dem Horizonte macht. In der That macht freylich der Widerstand derselben bey großen Wurfweiten, daß die Bahn des geworfenen Körpers nicht genau parabolisch seyn kann. Auch sind zwar die Richtungslinien der Schwerkraft im eigentlichen Sinne nicht parallel; indessen ist bey kleinen Weiten der Unterschied so gering, daß er nicht in Anschlag kommen kann.

Beispiele geben: geworfene Steine, Geschützwunden, und besonders ein stehender Wasserstrahl, wenn die Sprünge derselben nicht senkrecht, sondern schief oder horizontal sind.

Eigene Rechnungen, um durch Versuche diese Theorie zu bestätigen, zu schreiben: s. Græve, onde elem. physie. § 343 — 346. §. 164 — 169. s. Huygens introductio philos. nat. §. 74.; Newtoni de phys. §. 11. §. 112. §. 120. §. 121. §. 122. §. 123. §. 124. §. 125. §. 126. §. 127. §. 128. §. 129. §. 130. §. 131. §. 132. §. 133. §. 134. §. 135. §. 136. §. 137. §. 138. §. 139. §. 140. §. 141. §. 142. §. 143. §. 144. §. 145. §. 146. §. 147. §. 148. §. 149. §. 150. §. 151. §. 152. §. 153. §. 154. §. 155. §. 156. §. 157. §. 158. §. 159. §. 160. §. 161. §. 162. §. 163. §. 164. §. 165. §. 166. §. 167. §. 168. §. 169. §. 170. §. 171. §. 172. §. 173. §. 174. §. 175. §. 176. §. 177. §. 178. §. 179. §. 180. §. 181. §. 182. §. 183. §. 184. §. 185. §. 186. §. 187. §. 188. §. 189. §. 190. §. 191. §. 192. §. 193. §. 194. §. 195. §. 196. §. 197. §. 198. §. 199. §. 200. §. 201. §. 202. §. 203. §. 204. §. 205. §. 206. §. 207. §. 208. §. 209. §. 210. §. 211. §. 212. §. 213. §. 214. §. 215. §. 216. §. 217. §. 218. §. 219. §. 220. §. 221. §. 222. §. 223. §. 224. §. 225. §. 226. §. 227. §. 228. §. 229. §. 230. §. 231. §. 232. §. 233. §. 234. §. 235. §. 236. §. 237. §. 238. §. 239. §. 240. §. 241. §. 242. §. 243. §. 244. §. 245. §. 246. §. 247. §. 248. §. 249. §. 250. §. 251. §. 252. §. 253. §. 254. §. 255. §. 256. §. 257. §. 258. §. 259. §. 260. §. 261. §. 262. §. 263. §. 264. §. 265. §. 266. §. 267. §. 268. §. 269. §. 270. §. 271. §. 272. §. 273. §. 274. §. 275. §. 276. §. 277. §. 278. §. 279. §. 280. §. 281. §. 282. §. 283. §. 284. §. 285. §. 286. §. 287. §. 288. §. 289. §. 290. §. 291. §. 292. §. 293. §. 294. §. 295. §. 296. §. 297. §. 298. §. 299. §. 300. §. 301. §. 302. §. 303. §. 304. §. 305. §. 306. §. 307. §. 308. §. 309. §. 310. §. 311. §. 312. §. 313. §. 314. §. 315. §. 316. §. 317. §. 318. §. 319. §. 320. §. 321. §. 322. §. 323. §. 324. §. 325. §. 326. §. 327. §. 328. §. 329. §. 330. §. 331. §. 332. §. 333. §. 334. §. 335. §. 336. §. 337. §. 338. §. 339. §. 340. §. 341. §. 342. §. 343. §. 344. §. 345. §. 346. §. 347. §. 348. §. 349. §. 350. §. 351. §. 352. §. 353. §. 354. §. 355. §. 356. §. 357. §. 358. §. 359. §. 360. §. 361. §. 362. §. 363. §. 364. §. 365. §. 366. §. 367. §. 368. §. 369. §. 370. §. 371. §. 372. §. 373. §. 374. §. 375. §. 376. §. 377. §. 378. §. 379. §. 380. §. 381. §. 382. §. 383. §. 384. §. 385. §. 386. §. 387. §. 388. §. 389. §. 390. §. 391. §. 392. §. 393. §. 394. §. 395. §. 396. §. 397. §. 398. §. 399. §. 400. §. 401. §. 402. §. 403. §. 404. §. 405. §. 406. §. 407. §. 408. §. 409. §. 410. §. 411. §. 412. §. 413. §. 414. §. 415. §. 416. §. 417. §. 418. §. 419. §. 420. §. 421. §. 422. §. 423. §. 424. §. 425. §. 426. §. 427. §. 428. §. 429. §. 430. §. 431. §. 432. §. 433. §. 434. §. 435. §. 436. §. 437. §. 438. §. 439. §. 440. §. 441. §. 442. §. 443. §. 444. §. 445. §. 446. §. 447. §. 448. §. 449. §. 450. §. 451. §. 452. §. 453. §. 454. §. 455. §. 456. §. 457. §. 458. §. 459. §. 460. §. 461. §. 462. §. 463. §. 464. §. 465. §. 466. §. 467. §. 468. §. 469. §. 470. §. 471. §. 472. §. 473. §. 474. §. 475. §. 476. §. 477. §. 478. §. 479. §. 480. §. 481. §. 482. §. 483. §. 484. §. 485. §. 486. §. 487. §. 488. §. 489. §. 490. §. 491. §. 492. §. 493. §. 494. §. 495. §. 496. §. 497. §. 498. §. 499. §. 500. §. 501. §. 502. §. 503. §. 504. §. 505. §. 506. §. 507. §. 508. §. 509. §. 510. §. 511. §. 512. §. 513. §. 514. §. 515. §. 516. §. 517. §. 518. §. 519. §. 520. §. 521. §. 522. §. 523. §. 524. §. 525. §. 526. §. 527. §. 528. §. 529. §. 530. §. 531. §. 532. §. 533. §. 534. §. 535. §. 536. §. 537. §. 538. §. 539. §. 540. §. 541. §. 542. §. 543. §. 544. §. 545. §. 546. §. 547. §. 548. §. 549. §. 550. §. 551. §. 552. §. 553. §. 554. §. 555. §. 556. §. 557. §. 558. §. 559. §. 560. §. 561. §. 562. §. 563. §. 564. §. 565. §. 566. §. 567. §. 568. §. 569. §. 570. §. 571. §. 572. §. 573. §. 574. §. 575. §. 576. §. 577. §. 578. §. 579. §. 580. §. 581. §. 582. §. 583. §. 584. §. 585. §. 586. §. 587. §. 588. §. 589. §. 590. §. 591. §. 592. §. 593. §. 594. §. 595. §. 596. §. 597. §. 598. §. 599. §. 600. §. 601. §. 602. §. 603. §. 604. §. 605. §. 606. §. 607. §. 608. §. 609. §. 610. §. 611. §. 612. §. 613. §. 614. §. 615. §. 616. §. 617. §. 618. §. 619. §. 620. §. 621. §. 622. §. 623. §. 624. §. 625. §. 626. §. 627. §. 628. §. 629. §. 630. §. 631. §. 632. §. 633. §. 634. §. 635. §. 636. §. 637. §. 638. §. 639. §. 640. §. 641. §. 642. §. 643. §. 644. §. 645. §. 646. §. 647. §. 648. §. 649. §. 650. §. 651. §. 652. §. 653. §. 654. §. 655. §. 656. §. 657. §. 658. §. 659. §. 660. §. 661. §. 662. §. 663. §. 664. §. 665. §. 666. §. 667. §. 668. §. 669. §. 670. §. 671. §. 672. §. 673. §. 674. §. 675. §. 676. §. 677. §. 678. §. 679. §. 680. §. 681. §. 682. §. 683. §. 684. §. 685. §. 686. §. 687. §. 688. §. 689. §. 690. §. 691. §. 692. §. 693. §. 694. §. 695. §. 696. §. 697. §. 698. §. 699. §. 700. §. 701. §. 702. §. 703. §. 704. §. 705. §. 706. §. 707. §. 708. §. 709. §. 710. §. 711. §. 712. §. 713. §. 714. §. 715. §. 716. §. 717. §. 718. §. 719. §. 720. §. 721. §. 722. §. 723. §. 724. §. 725. §. 726. §. 727. §. 728. §. 729. §. 730. §. 731. §. 732. §. 733. §. 734. §. 735. §. 736. §. 737. §. 738. §. 739. §. 740. §. 741. §. 742. §. 743. §. 744. §. 745. §. 746. §. 747. §. 748. §. 749. §. 750. §. 751. §. 752. §. 753. §. 754. §. 755. §. 756. §. 757. §. 758. §. 759. §. 760. §. 761. §. 762. §. 763. §. 764. §. 765. §. 766. §. 767. §. 768. §. 769. §. 770. §. 771. §. 772. §. 773. §. 774. §. 775. §. 776. §. 777. §. 778. §. 779. §. 780. §. 781. §. 782. §. 783. §. 784. §. 785. §. 786. §. 787. §. 788. §. 789. §. 790. §. 791. §. 792. §. 793. §. 794. §. 795. §. 796. §. 797. §. 798. §. 799. §. 800. §. 801. §. 802. §. 803. §. 804. §. 805. §. 806. §. 807. §. 808. §. 809. §. 810. §. 811. §. 812. §. 813. §. 814. §. 815. §. 816. §. 817. §. 818. §. 819. §. 820. §. 821. §. 822. §. 823. §. 824. §. 825. §. 826. §. 827. §. 828. §. 829. §. 830. §. 831. §. 832. §. 833. §. 834. §. 835. §. 836. §. 837. §. 838. §. 839. §. 840. §. 841. §. 842. §. 843. §. 844. §. 845. §. 846. §. 847. §. 848. §. 849. §. 850. §. 851. §. 852. §. 853. §. 854. §. 855. §. 856. §. 857. §. 858. §. 859. §. 860. §. 861. §. 862. §. 863. §. 864. §. 865. §. 866. §. 867. §. 868. §. 869. §. 870. §. 871. §. 872. §. 873. §. 874. §. 875. §. 876. §. 877. §. 878. §. 879. §. 880. §. 881. §. 882. §. 883. §. 884. §. 885. §. 886. §. 887. §. 888. §. 889. §. 890. §. 891. §. 892. §. 893. §. 894. §. 895. §. 896. §. 897. §. 898. §. 899. §. 900. §. 901. §. 902. §. 903. §. 904. §. 905. §. 906. §. 907. §. 908. §. 909. §. 910. §. 911. §. 912. §. 913. §. 914. §. 915. §. 916. §. 917. §. 918. §. 919. §. 920. §. 921. §. 922. §. 923. §. 924. §. 925. §. 926. §. 927. §. 928. §. 929. §. 930. §. 931. §. 932. §. 933. §. 934. §. 935. §. 936. §. 937. §. 938. §. 939. §. 940. §. 941. §. 942. §. 943. §. 944. §. 945. §. 946. §. 947. §. 948. §. 949. §. 950. §. 951. §. 952. §. 953. §. 954. §. 955. §. 956. §. 957. §. 958. §. 959. §. 960. §. 961. §. 962. §. 963. §. 964. §. 965. §. 966. §. 967. §. 968. §. 969. §. 970. §. 971. §. 972. §. 973. §. 974. §. 975. §. 976. §. 977. §. 978. §. 979. §. 980. §. 981. §. 982. §. 983. §. 984. §. 985. §. 986. §. 987. §. 988. §. 989. §. 990. §. 991. §. 992. §. 993. §. 994. §. 995. §. 996. §. 997. §. 998. §. 999. §. 1000.

Für Theorie beweglicher Körper siehe man bey Torricelli de motu proprio, in suavis exercitibus, Florent. 1664. 4. Blondel des de jettées les Bombes, à Paris 1663. 4. Moutonius, in den Dis-

*moires de l'acad. roy. des sc. 1731. C. 297. Tempelhoff le born-  
hardier prouven ou du mouvement des projectiles, 4 Poil. n.  
1751. 8. Kuhn's Anfangsgründe der bidden Mechanik, 4. 1750. 8. ;  
Baillon's Méthode de des calculs du Mouvement. T. 1. 1751. 8. ;  
Abich's X. 1. 1751. 8. und in der Geschichte der mathem. Wissenschaften, T. 11.  
4. 1751. 8.*

§. 269. „Ein geworfener Körper entfernt sich in einer  
gewissen Zeit von der ursprünglichen Richtung seines Wurfs  
eben so weit, als er sich in eben der Zeit durch den lothrecht-  
en Fall davon entfernen würde. In der Wirklichkeit ver-  
ursacht indessen der Widerstand der Luft auch hierin eine Ab-  
weichung.“

### Centralbewegung schwerer Körper.

§. 270. Wenn aber die Richtungslinien der Schwere  
nicht unter einander parallel, sondern nach einem Mittels-  
punkte zu gerichtet sind, so wird die Schwere als Centripetal-  
kraft, und die Kraft des Wurfs, die den schweren  
Körper von der Richtung der Centripetalkraft abzuwenden  
strebt, zur Tangentialkraft, folglich die Wurfbewegung zu  
einer wahren Centralbewegung werden (§. 99.) Bei den  
kleinen Welten, in denen wir auf der Erde die Körper werfen  
können, fallen sie freylich bey ihrer krummlinigen Bahn auf  
die Erde zurück; die von ihnen beschriebenen Bogen sind so  
klein, daß alle von denselben gegen den Mittelpunkt der  
Erde gezogene Linien für parallel gehalten werden können,  
und daß also die Bahn von einer parabolischen Krümmung,  
die freylich nicht wieder in sich selbst zurückläuft, dem Anse-  
hen nach entsteht. Es ist aber doch denkbar, daß ein schwe-  
rer Körper in einer solchen Erhöhung von der Erde horizon-  
tal geworfen werde\*), daß die Wölbung der Bogen so wachse,  
daß die aus ihnen nach dem Mittelpunkte der Erde gezogenen  
Linien nicht mehr parallel, sondern für convergirend  
zu halten sind. Dann wird die Bahn nicht parabolisch seyn  
können; sie wird in sich selbst zurücklaufend werden, und  
der schwere Körper wird um die Erde herum eine Centralbe-  
wegung haben. Wirklich ist auch die Bewegung, welche

der Mond um die Erde, und alle Trabanten um ihre Hauptplaneten, so wie diese um ihre Sonne haben, eine wahre Centralbewegung, und eine Folge derselben stetigen Kraft, welche die krummlinige Bahn der geworfenen schweren Körper auf unserer Erde hervorbringt, nemlich der Gravitation. Die Schwere ist die stetig wirkende Centralkraft, und die Kraft des Wurfs, welche die schweren Weltkörper von der Richtung dieser Centralkraft nach der Tangente, abjulenken strebt, die Tangentialkraft oder Schwingkraft. Diese letztere muß nun als Folge eines ursprünglichen Anstoßes, verbunden mit dem Beharrungsvermögen des Körpers, vorstellen. Um also die Centralbewegung der Himmelskörper zu erklären, dürfen wir annehmen, daß sie entweder nach der Richtung der Tangente zuerst durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetzt worden wären, und daß die nachher hinzugekommene Schwere sie von jener Richtung nun stetig ablenke; oder daß die gravitirenden Himmelskörper durch eine projectile Kraft nach der Tangente ihrer Bahn mit einer determinirten Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt wurden.

\*) „Es kommt nicht sowohl auf die Entfernung von der Erde an, in welcher der Wurf geschieht, als auf die Mäße und Richtung des ursprünglichen Anstoßes. Denn wäre nicht um die Erde keine widerstehende Atmosphäre, so ließe es sich wohl denken, daß ein Körper in jeder geringen Entfernung von derselben um sie herum die Centralbewegung machte: nur würde der erste Anstoß mit unermesslicher Geschwindigkeit geschehen müssen.“

Daß es beides sey, daß die Bahn geworfener Körper zu einer in sich selbst geschlossenen Linie, und nicht etwa zu einer Spirale auswerde, die dem Mittelpunkte immer näher komme, läßt sich leicht beweisen. Jede Geschwindigkeit geht nach der Richtung der Wurfkraft tangential durch die Fläche der Tangente ausgedehnt werden, wie i. F. (Fig. 39.) durch  $Ab$ , nach der Schwerkraft, die nach einem Mittelpunkte, wie nach  $C$  wirkt, durch  $Ac$  —  $hi$ . Wenn also der Körper aus  $A$  gegen  $T$  projectirt wird, so wird er in eben der Zeit, da er  $Ab$  durchläuft, zugleich in eben der Zeit von der Tangente nach die Schwere um  $hi$  oder  $Ac$  abgezogen, und also in eben der Zeit, als er nach der Kraft des Wurfs gegen  $Ab$  durchlaufen würde, vermöge der zusammengelegten Bewegung den Boden  $A$  besühren. Denn da würde er in der folgenden noch großen Zeit, ohne die Schwere, nach der Tangente fortgehen. Krenkt ihn aber die Schwere ununterbrochen gegen  $C$ , und nach dieser Kraft, während daß er in  $i$  ist, durch  $ia$  —  $ie$  aufgeschiedet, so wird er vermöge dieser zusammengelegten Bewegung in eben

bisher Zeit, den Weg in beschreiben. Er würde in der besten Zeit von  $n$  gleichförmig nach  $q$  fortgehen, wenn die Schwere nicht wäre; wenn jedoch  $nq = m$  gesetzt in  $th$ , da aber die Schwere in  $n$  ihn zu gleicher Zeit durch  $np = qr$  führt, so wird er in eben dieser Zeit durch  $nr$  geführt, und so weiter. Weil die Centripetalkraft immer wächst, so wie die Distansen  $Ci$ ,  $Cn$ ,  $Cr$  abnehmen, so wird auch der geworfene Körper immer näher gegen  $C$  zu kommen, bis er an dem untersten Punkt  $E$  gelangt ist; aber von da an wird er sich nicht mehr  $C$  nähern, sondern davon ab- und wieder nach  $A$  zurückgehen. Aus der Lehre von der Centris Bewegung (S. 101. 1.) ist bekannt, daß die Tangente  $AC$ , mit. gleichem Inhalt ist, und eben so auch  $th$ , dessen Bogen der geworfene Körper an der untersten Stelle durchläuft. An dieser Stelle der krummlinigen Bahn ist die Centripetalkraft am größten, und sie durch  $F$  ausgedrückt, und verhalte sich gegen  $AE$  umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte der Rotation, oder wie  $AC^2 : CE^2$ . Der Körper würde aus  $E$  nach  $o$  gleichförmig fortgehen, in eben der Zeit, da er ist beschleunigt ist, wenn die Schwere in  $E$  zu wirken aufhörte: Sie zieht ihn aber nun:  $m = nh$  nach  $C$  zu, daher legt er in eben dieser Zeit den Bogen  $Ek$  zurück. Wenn  $h$  würde er in der folgenden gleich großen Zeit durch  $kl$  vorzugehen, wenn ihn nicht während dieser Zeit die Schwere nach  $C$  ablenkte, und ihn am Ende dieser Zeit bis  $s$  zurückgebracht hätte, u. s. f. Aus den Eigenschaften  $Lo$ , ist erhellet, daß, wenn der geworfene Körper in  $L$  angekommen ist, er von da an fortbewegt gegen  $C$  zu immer mehr näher kommt, sondern daß er vielmehr, weil er in den Punkten  $E$ ,  $h$ ,  $s$ ,  $C$  eben dieselbe Centripetalkraft hat, als in den entsprechenden Punkten der gegenüber stehenden Hälfte, eben so nach  $A$  zurückgeht, als er sich von da aus entfernt.

Man nehme nun an, daß die Kraft des Wurfs  $Ad$  dieselbe bleibe, das Verhältniß der Centripetalkraft oder der Schwere aber größer als  $Ac$ , und durch  $Ac = n$  ausgedrückt werde, so wird der Körper durch die vereinte Wirkung beider  $Ac$  durchlaufen. Wird die Schwerkraft noch größer, nemlich  $= Ag$ , so wird er in eben der Zeit, da er ohne Schwere  $Ad$  durch die Kraft des Wurfs zurücklegen würde, den Bogen  $As$  durch die gemeinschaftlichen Wirkungen durchlaufen. So wie er durch  $Ad$  und  $Ac$  der Centrisbewegung  $AEFC$  hat, so wird er durch  $Ad$  und  $Ag$ , oder durch  $Ad$  und  $Ag$ , die von  $AND$  oder  $AKBL$  u. s. r. haben.

„Ein überaus wichtiger Beweis dieses Satzes ist nur durch Hilfe der höhern Mathematik mögl. d.“

Schreffer Institutiones physicae, P. II. Vindob. 1763. S. 55 ff

„Aus dem Vorhergehenden (mit Hinzufügung des in S. 73, 100. und 101. vorgetragenen), erhellet sich zur Bestimmung der Schwingungskräfte zweier, in verschiedenen Arcen sich gleichförmig (S. 6. hier, so) daß alle von ihnen in gleichen Zeiten durchlaufenen Bögen ihrer Arcen gleich viel Grade haben, bewegender Körper, daß die Schwingungskräfte, wenn die Halbmesser der Arcen gleiche Größe haben, den Massen proportional sind; daß sie bey gleichen Massen im Verhältnisse mit der Halbmesser der von dem Körper durchlaufenen Arcen stehen, und daß sie dem Verhältnisse der Bewegungskräfte dreier Körper ent-



sprechen, wenn Massen und Halbmesser ihrer Kreise ungleich sind. Erklärungen mit der Centrifugalmaschine. Nr. 2

§. 371. Wir können nun von den bisher vorgetragenen Besetzen der Schwere die Anwendung machen: auf Centralbewegungen (§. 101.), bey welchen die Schwere als Centripetalkraft wirkt, und so auch auf die wichtige Lehre von der Bewegung der Himmelskörper.

### Vorlesung des Herausgebers der fünften Ausgabe.

„Der nicht deutlich ausgedruckte Unterschied der hier (Nr. 1—4.) folgenden Sätze von dem, was eben nach §. 101. von Centralbewegungen gelehrt worden, beruht auf dem §. 36. erklärten Unterschiede zwischen beschleunigender und bewegender Kraft. Wo in dem Satze dem nach §. 101. von Centralkraft die Rede ist, da ist immer beschleunigende Kraft gemeint. In den vier folgenden Sätzen hingegen muß man unter eben dem Ausdrucke immer bewegende Kraft verstehen. Bey dem Satze Nr. 5. ist es einerley, ob man die eine oder die andere unter der Centralkraft versteht.“

1) Wenn ein schwerer ruhender Körper von der Richtung der Schwere, die auch zur Zeit der Ruhe eben so gut in ihm wirksam ist, als zur Zeit der Bewegung, und seinen Druck hervorbringt, abgelenkt, und §. 36. nach einer horizontalen Richtung geworfen oder gestoßen werden soll, so wird dazu Kraft erforderlich seyn, und der ruhende schwere Körper wird Widerstand leisten (§. 100.). Es ist leicht begreiflich, daß, wenn der schwere Körper noch einmal so viel Masse hat, als ein anderer, noch einmal so viel Kraft erforderlich seyn werde, um ihn mit eben der Geschwindigkeit in eben der Richtung zu werfen. Wenn nun zwei schwere Körper von ungleicher schwerer Masse in eine Centralbewegung gesetzt, und ihre Geschwindigkeit, so wie ihr Abstand vom Mittelpunkte der Kräfte, gleich angenommen werden: so wird die Centrifugalkraft in dem Körper von größerer schwerer Masse größer seyn, als in dem von kleinerer schwerer Masse; und es wird folglich eine größere Centripetalkraft erfordert, um die größere Masse in gleicher Bahn mit gleicher Geschwindigkeit und bey gleichem Abstände vom Centro zu erhalten.

Wenn wir die schweren Massen  $P, p$ , und die Centripetalkraft  $Q, q$  nennen, so ist, alles gleichgesetzt,

$$Q: q = P: p.$$

Es habe nemlich der Körper  $A$ , von doppelt so viel schwerer Masse, als  $B$ , mit diesem bey gleichem Abstände vom Centro und bey gleicher Umlaufzeit eine Centralbewegung. Der Körper  $A$  ist  $= 2 B$ ; in jedem von diesen angenommenen  $B$  aber ist die Centrifugalkraft gleich der in dem eigentlichen  $B$ . Folglich ist die Centrifugalkraft von  $A$  zu der in  $B$  wie das Gewicht oder die schwere Masse von  $A$  zu dem von  $B$ .



Denn beides Wasser und Quecksilber in einer gegen den Horizont geneigten Röhre eingeschlossen sind, und im Kreise herum bewegt wird, so wird dabei das Quecksilber höher stehen, und weiter vom Centro entfernt seyn, als das Wasser.

Eben hieraus läßt sich auch erklären, warum bei dem Kernflusse die schweren Körper nach der Peripherie zu, die leichteren Epen aber nach dem Mittelpunkte des Stubes gesammelt werden.

Muschendrock §. 730. Kraft praelect. phys. I. §. 298.

2) Auf der Verbindung dieses Satzes mit dem oben bei der Centralbewegung S. 60. Nr. 16. angeführten folgt der allgemeine für die Centralbewegung schwerer Körper: Die bewegenden Centralkräfte sind in einem zusammengesetzten Verhältnisse aus dem geraden der schweren Massen und der Entfernungen vom Mittelpunkte, und dem umgekehrten des Quadrats der Umlaufzeiten.

Wenn die Centralkräfte  $G, g$ , die schwere Masse  $P, p$ , die Abstände vom Mittelpunkte  $D, d$ , und die Umlaufzeiten  $T, t$  bezeichnen, so ist

$$G : g = \frac{PD}{T^2} : \frac{pd}{t^2}.$$

(„Wenn  $G$  und  $g$  die bewegenden,  $Q$  und  $q$  die beschleunigenden Centralkräfte,  $P$  und  $p$  aber die Massen sind, so ist nach §. 101.

Nr. 16.  $Q : q = \frac{P}{T^2} : \frac{p}{t^2}$ ; aber nach §. 80. ist  $Q = \frac{G}{P} \cdot q = \frac{g}{p}$

welche Werthe statt  $Q$  und  $q$  gesetzt die obige Proportion geben §.

Wenn also  $P = p$ , so ist  $G : g = \frac{P}{T^2} : \frac{p}{t^2}$ , wie oben (Seite 55.

Nr. 16). und ferner  $D : d = GT : gt$ ; und wenn  $G = g$ , und  $P = p$ , so ist die Geschwindigkeit oder  $V : v = \sqrt{D} : \sqrt{d} = T : t$  (l. 101. Nr. 17.) und  $V^2 : v^2 = D : d$ . Ferner wenn  $P = p$ , und  $T = t$ , so ist  $G : g = D : d$  (l. oben S. 54. Nr. 15.); und wenn  $T = t$ , so ist  $G : g = PD : pd$ .

Wenn nun  $G : g = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$ , so ist  $T : t = D : d$  und  $V = v$ ; ferner, wenn  $T = t$ , und  $P : p = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$ , so ist  $G = g$ .

Fall 4, wenn  $P = p$ , und  $D = d$ , so ist  $G : g = \frac{1}{T^2} : \frac{1}{t^2}$ .

Von Swinden I. S. 255 f. 561.

3) Wenn die Quadrate der Umlaufzeiten sich verhalten wie die Wurzel der Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte, und die schweren Massen gleich sind, so sind die Centralkräfte im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen.

Wenn also  $P = p$ , und  $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$ , so ist  $G : g = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} = d^2 : D^2$ .

4) Wenn die schweren Massen unendlich sind, so sind, in dem eben angestellten Falle (5) die Centralkräfte im geraden Verhältnisse der Massen und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen vom Mittelpunkt der Kräfte.

Dies folgt aus der Verbindung des zweiten und dritten Satzes; und ist dieselbe

$$G : g = \frac{P}{L^2} : \frac{p}{d^2}.$$

5) Die Geschwindigkeit einer kreisförmigen Centralbewegung ist so groß, als die Geschwindigkeit, welche der Körper durch die auf ihn wirkende Centralkraft erhalten würde, wenn sie ihn mit gleichförmiger Beschleunigung durch den vierten Theil des Durchmessers überde.

„Ein (Fig. 40) in B befindlicher Körper beschreibe um A den Kreis BHA. Man ziehe den Durchmesser BL, und mache unendlich nahe bey B, und ziehe LK senkrecht auf AB; so ist BL der Weg, den der Körper in einer unendlich kleinen Zeit gleichförmig zurücklegt: BL aber ist der Weg, welchen derselbe in eben der Zeit, durch die bloße Centralkraft gleichförmig beschleunigt, zurücklegen würde, wenn er die Fortbewegung nicht hätte. Nun habe man AB in C, und stelle sich vor, daß die Centralkraft den Körper ohne die Wirkung der Bewegung, und zwar mit gleichförmiger Beschleunigung bis L fortbewege, so wird er in C eine Geschwindigkeit haben, in welcher er den doppelten Weg BC, also AB mit gleichförmiger Bewegung in eben der Zeit zurücklegen würde, in welcher er gleichförmig beschleunigt von B bis C gekommen ist (§ 77). Die Zeit aber, in welcher er bis L zurücklegt, wurde schon bei der Zeit, in welcher er BC zurücklegt, verstrichen, wie  $\sqrt{BK} : \sqrt{BC}$  (§ 73).“

„EF war der Weg, den der Körper im Kreise gleichförmig macht in der Zeit, in welcher ihn die bloße Centralkraft von B bis K fortbewegen würde. Nun sey der Punkt L am Kreise so genommen, daß  $BL = \sqrt{BK} \cdot \sqrt{BC}$ , so wird BL der Weg sein, den der Körper im Kreise in eben der Zeit gleichförmig zurücklegt, in welcher ihn die Centralkraft gleichförmig beschleunigt von B bis L fortbewegen würde. Er wird diese letzte Bewegung erhalten der Körper, wie vor so eben gesehen haben, eine Rotationskraft, welche ihn in eben der Zeit g bis H führt; durch AB fallen wurde. Nun vertheilen sich aber bey g gleichförmigen Bewegungen die Geschwindigkeiten, wie die in g eben gesehenen abwärts Wege, also vertheilt sich die Geschwindigkeit des gleichförmig beschleunigten Körpers in G zu der Geschwindigkeit des im Kreise gleichförmig bewegten Körpers wie AB : BL.“

„Da BL unendlich klein ist, so ist es an der Sehne zwischen B und g nicht verschieden. Diese Sehne aber ist die mittlere Proportionale zwischen BK und BL. Da also  $BK : BL = BL : BL$ , so ist nach den letzten Sätzen aus der Proportionalität  $BK \cdot BL = BL^2$ . Es ist aber  $BL = \frac{1}{2} BC$ , und  $BL^2 = \frac{1}{4} AB^2$ ; also  $BK \cdot BC = BF^2 : AB^2$ ; folglich  $\sqrt{BK} : \sqrt{BC} = EF : AB$ .

„Über der Punkt I war so genommen, daß  $\sqrt{BK} : \sqrt{EC} = BF : BI$ ."

„Ist also  $BI = AB$ , d. h. der Körper hat in Kreise eben die Geschwindigkeit, die er durch gleichförmige Beschleunigung von A bis C erlangt, die Centrifugalkraft erhalten würde."

Huygens de vi centrifuga, in scientia operis posth. S. 118. Mathematisch 4. 716.

**Zusatz.** „Wird also ein schwerer Körper an einem Faden kreisförmig geschwungen, mit einer so großen Geschwindigkeit als der Körper frey fallend durch den vierten Theil des Durchmessers sinken würde: so ist dazu eine Centrifugalkraft erforderlich, so groß als die Schwere. Durch die entgegenwirkende, aber eben so große Kraft ausgleichend, welche durch die Verwirrung entsteht, wurde in diesem Falle der Faden gerade so stark gespannt stehen, als ob der schwere Körper sich nicht am Faden bewege."

Es läßt sich hieraus erklären, warum aus einem mit Wasser gefüllten offenen Gefäße, wenn es der Zirkel eines Urdas um seinen eignen Kreis mit einer gewissen Geschwindigkeit umhergeschwungen wird, nichts herausfällt, wenn gleich das Wasser, wenn es in das Gefäß so weit hineingekommen ist, mit seiner Öffnung senkrecht auf dem Horizont steht."

Denn läßt sich hieraus verstehen, daß ein Körper auf dem Niveau der Erde soviel geschwinde bewegt werden müßte, als die Erde um ihre Achse, wenn er eine 3<sup>te</sup> Theil des Halbmessers, die der Erdradius ist. Denn nach dem eben betrachteten Falle müßte die Geschwindigkeit der Umdrehung der Erde so groß seyn, wie die zu der

Flughöhe aus dem halben Erdradius bemessen  $\left(\frac{R}{2}\right)$  der Erde gehörige Geschwindigkeit, wenn die Abkraft der Centrifuge gleich seyn sollte. Die zu dieser Höhe gehörige Geschwindigkeit aber ist (S. 115.)

$$150 \sqrt{R} = 150 \sqrt{2} R. \text{ Nach Puccards Messung ist der Erdradius}$$

nach 1785 nach Paris Fuß - 2090353 rheinl. Fuß. Da wir für R Tausendtheilen des rheinl. Fußes nehmen müssen, so haben wir für  $150 \sqrt{2} R = 233350$ ; oder die zu der Flughöhe aus dem halben Erdradius gehörige Geschwindigkeit ist so groß, daß der darin bewegte Körper 231150 Tausendtheilen des rheinländischen Fußes in jeder Sekunde geradlinig durchlaufen würde. Wenn der Umdrehung der Erde um ihre Achse hinneigen durch 1000 Punkte auf dem Meridian in einer Sekunde 14065 vom Fuß - 14065427 rheinl. Fuß, oder 146307 Tausendtheilen des rheinl. Fußes, folglich ist die Geschwindigkeit, die zur Flughöhe aus dem halben Radius der Erde gehört, zur Geschwindigkeit der Umdrehung der Erde wie 231150 : 146307, oder fast wie 17 : 1.

b) Die Ursache und Ursache der Anwendung der Lehre vom der Centrifugalkraft und Schwere ist die auf unser Planetensystem. Die Leberwirkung in der selben mit dem Phänomenen des letzteren gewöhnliche die erste Leberwirkung vom der Wichtigkeit und Wichtigkeit der Experimenten. Die Sonne, steht im Centro unseres Plas

auszusehen: 1) um sie benennen sich die Hauptplaneten, mit ihrem Trabanten oder Monden. Kepler entdeckte nur, was die nachfolgenden Berechnungen sich bekannt haben: 1) daß die Planeten nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen um die Sonne laufen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht; 2) daß der Planeten mit dem aus der Sonne nach ihnen gezogenen Radius vector Gleichendrucke durchlaufen, die dem Quadrat proportional und ist oder  $\propto \frac{1}{r^2}$  (51. Nr. 1) 3) und 4) daß die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten sich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernung von der Sonne. Die Beobachtungen lehren ferner, daß die Nebenplaneten oder Monde um ihre Hauptplaneten dieselben Gesetze befolgen, als die letztern um die Sonne; und endlich, daß sogar die Kometen in ihrem sehr langen Umlaufe um die Sonne diesen Gesetzen unterworfen sind. Newton machte die erhabene Anwendung der Gesetze der Schwere auf die Erscheinungen der Himmelskörper. Er bewies, was die Vergleichung der Beobachtungen mit der Theorie richtig bestätigte: 1) daß die Planeten in ihrem Bahnen durch eine Kraft zurückgehalten werden, die bei den Hauptplaneten gegen die Sonne, bei den Nebenplaneten gegen den Hauptplaneten gerichtet ist, um den sie sich bewegen; 2) daß diese Centripetalkraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen von der Sonne steht, oder von dem Hauptplaneten, wenn von Nebenplaneten die Rede ist, 3) daß sich auch von den Kometen selbe, die in sehr langen Ellipsen sich um die Sonne bewegen; und 4) daß die Kraft, die aus und jede Planeten und Kometen um die Sonne, und die, welche die Trabanten um ihre Hauptplaneten treibt, eine und dieselbe sey. Er bewies 5) daß die Kraft, die die Planeten in ihren Bahnen erhält, wie die Schwere, eine sich immer gleichbleibende beschleunigende Kraft sey, und zeigte zuerst am dem Monde, daß die Kraft, die ihn in seiner Bahn um die Erde erhält, die Schwerkraft gegen die Erde sey. Es sey (S. 14) A der Mond, der um die Erde C getrieben wird, und der um dieselbe eine Centrifugalkraft hat. Die Centrifugalkraft sucht ihn beständig von seiner Bahn abzuheben; und die Centripetalkraft sucht ihn davon zu halten. Der mittlere Radius CA, oder der Halbmesser der Mondbahn, beträgt etwa 60 Erddiametern, wenn wir leben nach Diccard auf 1951792 parisi. Fuß legen wollen. Die Umlaufzeit des Mondes um die Erde ist nahe 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten, oder 693,5 Minuten. Er durchläuft also in einer Minute einen Bogen AB (Sta. 11) der  $\frac{1}{11}$  Grade, oder nahe  $\frac{1}{11}$  Grad. Man weiß das Verhältniß der Centrifugalkraft zu dem Radius ist, wenn man das Verhältniß des Quaders AB des Bogens AB zum Radius hat. Das letztere ist  $\frac{1}{1210000000000}$ . Dies ist also das Verhältniß der Centrifugalkraft, die den Mond hinaus einer Minute von der geraden Linie CA seiner Tangente ablenkt, zum Halbmesser seiner Bahn. Da nun der Mond etwa 60 Erddiametern, oder 117095740 parisi. Fuß von dem Mittelpunkte der Erde absteht, so ist CA, oder die Kraft, mit welcher der Mond gegen den Mittelpunkt der Erde hinan einer Minute zu flieht,

$$= \frac{117095740^2}{1210000000000} = 15052 \text{ parisi. Fuß, und folglich eben so viel,}$$

als ob ein schwerer Körper in A binnen einer Minute mit einer Beschleunigung von 15052 Fuß fiel. Wenn sich nun die Schwerkraft

umgekehrt verhält, wie das Quadrat der Entfernungen, so muß die Schwerkraft des Mondes gegen die Erde, da er 6. Erdhalbmessern vom Centro der Erde absteht, 36. mal geringer, oder  $\frac{1}{36}$  der Schwerkraft der Schwere an der Oberfläche seyn; und wir liess die von Laplace dem Körpern des dem Jahre dargebliebenen Räume verhalten, 1. e. die Quadrate der Zeiten, so muß  $1:360000$  seyn; die Bestimmung der Schwere auf der Oberfläche der Erde haben neuer Zeit die Messung  $1:360000$  3. stimmt auch mit der auf andern Erfahrungen gegründeten Feldausdehnung der Schwere an der Oberfläche so genau, und meistens so überein, als man es sich vorstellen kann, zumal da das angef. Verhältniß des Abstandes der Mondschwere wirklich größer ist, als wir es hier angenommen haben, daß der Mond nicht mit seiner ganzen Centripetalkraft gegen die Erde wirkt, sondern ein Theil davon durch die Auslenkung gegen die Ebene aufzuhalten u. d. Es ist also die Abminderung unserer schweren Körper in der Gravitation des Mondes gegen die Erde,  $10:160000$ ; 2. oder wie das Quadrat der mittleren Entfernung des Mondes vom Mittelpunkte der Erde zum Quadrat der Entfernung der Erde auf der Oberfläche der Erde von ihrem Mittelpunkte. Vergl. S. 213.

\*) Jo. Keplers *Astronomia nova aërologica, physica exactissima tradita communis itarus ac nobilibus hominibus*, Prag. 1609. 8cl.

\*) Jo. Kepler *op. tomus astrologiae Copernicanae*, Lincol. 1613. Martini & Wandl. Jahr V. L. n. 1613. 8cl.

Hieraus zog nun Newton den  $\S$  11. §. 1) daß die Centripetalkraft des Mondes eben so gegen die Erde wirkt, als die irdische Schwerkraft; 2) daß sie mit dieser einfallen sey, und 3) daß die Schwere im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen stehe. Er machte mehrere Anwendungen für die Planeten und ihre Trabanten, und fuhrte darauf das System der allgemeinen Schwerkraft oder Gravitation; das seinen Namen ausdrücklich gemacht hat. 4) Laplace hielt, wie alle Planeten, sowohl die Haupten, die Trabanten, und dann auch die Kometen in ihren Bahnen erhalten, einleiten wir mit der Erde und nach denselben Gesetzen wurde, als diese auf der Erde, und daß alle Planeten und Kometen gegen die Sonne, die Nebenplaneten aber gegen ihre Hauptplaneten und gegen die Sonne, nach eben denselben Gesetzen gravitirten, oder schwerer wären, oder angezogen würden, als die irdischen Körper gegen die Erde.

Isaac Newton *philosophiae naturalis principia mathematica*, Londini 1687. 4.

La Lande *Astronomie* I. 95.

1) Newton blieb hierbei nicht stehen, sondern machte von seinem schätzbaren Erbes noch weitere, sehr fruchtvolle Anwendungen zur Bestimmung der beschleunigenden Kraft der Schwere auf der Oberfläche der Planeten, des Verhältnisses der schweren Masse derselben, und der Dichtigkeit dieser Masse, wovon ich hier nur kurz die Resultate anführen will.

Die Schwere ( $g$ ) auf der Oberfläche eines Hauptplaneten verhält sich wie die Schwere ( $G$ ) seines Trabanten gegen ihn, multiplicirt durch das Quadrat des mittleren Abstandes  $D$  dieses Trabanten, und dividirt durch das Quadrat des Halbmessers ( $R$ ) des Hauptplaneten;

oder wie der Würfel des mittlern Abstandes des Trabanten, dividirt durch das Quadrat seiner Umlaufzeit ( $T$ ) und das Quadrat des Halbmessers des Hauptplaneten.

$$g = \frac{GD^3}{R^3} \text{ oder } g = \frac{D^3}{T^2 R^3}.$$

Die Sonne kann hierbey für einen Hauptplaneten, die Hauptplaneten aber können für ihre Trabanten gehalten werden.

*Muschenbroek* §. 743. *Van Swinden* 1. B. 154. §. 420.

8) Die schweren Massen der Planeten ( $P$ ,  $p$ ) verhalten sich, wie die Würfel der mittlern Entfernungen ( $D$ ,  $d$ ) von ihren Trabanten, dividirt durch die Quadrate der Umlaufzeiten dieser Trabanten, oder

$$P : p = \frac{D^3}{T^2} : \frac{d^3}{t^2}.$$

9) Aus der Anwendung dieses Satzes (8) auf den vorigen (7) folgt dann auch, daß die Schwere auf der Oberfläche eines Planeten sich verhalte wie die schwere Masse desselben, dividirt durch das Quadrat seines Halbmessers, oder

$$g = \frac{P}{R^2}.$$

10) Endlich die Dichtigkeit ( $\Delta$ ) der schweren Masse eines Hauptplaneten verhält sich, wie der Würfel der mittlern Entfernung seines Trabanten, dividirt durch das Quadrat der Umlaufzeit dieses Trabanten und den Würfel des Halbmessers des Planeten ( $R$ ). Oder kürzer: Sie verhält sich wie die Schwere auf der Oberfläche des Planeten, dividirt durch seinen Halbmesser.

$$\Delta = \frac{D^3}{T^2 \cdot R} \text{ oder } \Delta = \frac{g}{R}.$$

*Le Lande astronomie*, §. 1018. 1022.

11) Außer den angeführten Bewegungen der Planeten und Kometen um ihre Sonne, und der Trabanten um ihre Hauptplaneten, sind noch als Folgen der allgemeinen Gravitation anerkannt und erwiesen: 1) die Ebbe und Fluth, wovon, als einem irdischen Phänomene, die weitere Erklärung noch vorkommen wird; 2) die Ungleichheit des Mondeslaufes; 3) das Vorrücken der Nachtgleichen; 4) das Wanken der Erdochse; 5) die Perturbationen des Laufes der Planeten; 6) der ungleiche Lauf der Kometen; 7) das Abnehmen der Schiefe der Ellipse; 8) die Bewegung der Apidenlinien aller Planeten; 9) die Bewegung aller Knotenlinien; 10) die Ungleichheiten des Laufes der Jupitersmonden, und 11) die Rotation des Ringes vom Saturn. Deren nähere Bestimmung und Erklärung aber gehört für die Astronomie. Es ist also die Kenntniß des allgemeinen Gesetzes der Gravitation von dem ausgebreitetsten Nutzen, und im Grunde die Basis der neuern Astronomie.

*Le Lande astronomie*. §. 999.

12) Durch die Umbrehung der Planeten um ihre Achse erhalten die Theile ihrer Masse eine Fliehkraft, deren Richtung auf der Achse der

*Sonne* *Naturforsch.* 6. Aufl.

2

Ums



Umdrehung senkrecht ist, die daher unter dem Aequator am größten seyn, gegen die Pole zu abnehmen, und in diesen endlich ganz verschwinden muß. Diese Ziehkraft verhält sich unter dem Aequator der Erde zur Schwere daselbst, wie 1 : 289.

Es sey (Gla. 41)  $AB$  ein Kreis, der unter dem Aequator binnen einer Zeiteinheit durchlaufen wird, und welcher 15 Sekunden beträgt. Der Halbmesser des Aequators  $AB$ , der nach Bouguer 1968717,3 parisiß Fuß beträgt, verhält sich zu  $AB$ , oder der Ziehkraft, wie der Radius von 1000000000000 zum Querschnitt des Kreises von 15 Sekunden, der binnen einer Zeiteinheit durchlaufen wird, oder zu 2044.

$AB$  beträgt also  $\frac{1968717,3 \cdot 2514}{1000000000000}$  Fuß = 0,052038 . Fuß oder 7,496

Linien. Der Raum  $bd$  hingegen, der durch die Schwere binnen einer Secunde unter dem Aequator durchlaufen wird, ist nach der Berechnung von § 214. aus der Trabelänge unter dem Aequator (4. 202.) 2107,414 Linien. Folglich verhält sich die Ziehkraft zur Schwere unter dem Aequator wie 7,496 Linien : 2107,414 Linien, oder wie 1 : 289.

Nach einer allgemeinern Regel bestimmt man die Ziehkraft unter dem Aequator eines Planeten nach folgender Formel. Die Ziehkraft (1) verhält sich zur Schwere (2. daselbst, wie der Cubus des Halbmessers ( $R$ ) des Planeten, mit dem Quadrate der Umkreiszeit ( $T$ ) seines Trabanten multiplicirt, zu dem Cubus der mittleren Entfernung des Trabanten ( $D$ ) mit dem Quadrate der Umdrehungszeit ( $t$ ) des Planeten um seine Achse, oder  $1 : g = R^3 \cdot T^2 \cdot D^3 : t^2$ .

Van Swinden L. P. 157. §. 431.

13) Diese Ziehkraft vermindert die Schwerkraft, und zwar am mehrsten unter dem Aequator, weil sie hier der Richtung der Schwere gerade entgegenwirkt ist; weniger in größern Breiten nach den Polen zu, weil sie hier schief der Schwerkraft entgegen wirkt, und also nur ein Theil von ihr der letztern direct entgegen ist. Dieser Theil ist desto kleiner, je mehr der Sinus des Complements der Breite kleiner ist, als der Sinus der 45. Ueberhaupt ist die Verminderung, welche die Schwere froh an verschiedenen Orten von der Ziehkraft erleidet, zu der, die sie unter dem Aequator erfährt, wie das Quadrat des Sinus der Breite des Orts zum Quadrate des Halbmessers der Erde.

La Lande astron. § 459. Vergl. mit 1. 262. 2.

14) Weil die Erde eine sphaeroidische Gestalt hat, und an den Polen abgeplattet ist, so wird ein schwerer Körper unter dem Aequator, auch noch aus dem Urfach, unabhängig von der Ziehkraft, wegen der abweichenden Entfernung vom Mittelpunkte der Erde eine geringere Beschleunigung haben, als gegen die Pole zu (5). Die Ursache des einfachen Sinkens tendirendes wird daher, auch nach der Berücksichtigung wegen der Ziehkraft, unter dem Aequator kleiner seyn, als in den größern Breiten nach den Polen zu (1. 261.). Doch können auch noch andere Ursachen dazu beitragen.

„In andern Zeiten hat man die Achsendrehung der Erde durch Versuche erwießen. Schon Torricelli zeigte, daß fallende Körper, wenn sie von bedeutenden Höhen herabfallen, öfters von der senkrechten Linie abweichen müssen, weil sie näm, bevor sie fallen, eine größere



Schwingungsgeschwindigkeit noch Oßen haben, als die nächstuntere Stelle; Benzenberg bestätigte dies durch Versuche, die er 1800 in dem Michaelisthurm zu Hamburg anstellte, und hat dadurch zugleich einen experimentellen Beweis für die Achsendrehung der Erde. Bestätigt wurden diese Versuche durch diejenigen, welche man 1804 in einem Kohlensteicht bei Schleibitz in der Grafschaft Mark anstellte. Winder entscheidend wie diese Versuche waren jene früheren, welche Guglielmini zu Bologna und Hool in England (letzterer nur bei einer Fallhöhe von ungefähr 30 Fuß) anstellten; vergl. Gilbert's Ann. 1802. Kr."

"Bei der Achsendrehung der Erde hat jeder Punkt ihres Aequators eine Geschwindigkeit = 1428 parisi. Fuß in einer Secunde. — Der Merkur durchläuft auf seiner Bahn um die Sonne, in einer Wochente 667 französi. Meilen, die Venus 438, Erde 415, Mars 357, Jupiter 182, Saturn 134, Uranus 95, und der Mond beim Laufe um die Erde 14. Kr."

#### Viertes Hauptstüd.

### Phänomene schwerer fester Körper.

#### Schwerpunkt fester Körper.

##### §. 272.

Man nehme einen dünnen platten Körper von regelmäßiger Gestalt, und schiebe ihn auf einer Spitze hin und her, so wird man endlich einen Punkt finden, in welchem der Körper auf der Spitze ruhet, und durch dessen Unterstüßung der Körper vor dem Fallen auf jeder Seite bewahrt wird.

§. 273. Dieser Punkt heißt der Schwerpunkt oder der Mittelpunkt der Schwere (Centrum gravitatis). Wenn drei schwere Punkte in gerader Linie neben einander durch Cohäsion mit einander verbunden sind, so steht man leicht ein, daß die senkrechte Unterstüßung des mittlern sie alle vor dem Falle sichern wird, wenn die Cohäsion der Punkte zur Seite des unterstüßten durch ihr Gewicht nicht getrennt werden kann. Der schwere Punkt liesseits und

jenseits des unterstützten drückt gleich stark nach unten: es kann daher keiner eher sinken, als der andere; und durch die Cohäsion wird er verhindert, sich loszureißen vom unterstützten. Es bleibt daher das ganze System unterstützt. Ferner leidet die Unterstützung eben so viel Druck, als wenn auf sie ein Gewicht drückte, das der Summe des Gewichts aller schweren Theile gleich wäre. Es ist also eben so gut, als ob die Schwere aller einzelnen Theile oder das ganze Gewicht des Systems im unterstützten Punkte vereinigt wäre. Eben deswegen nennt man ihn den **Schwerpunkt**. Es ist leicht einzusehen, daß das, was ich von drei in einer geraden Linie verbundenen schweren Punkten angeführt habe, auch von zweien g.lt, wenn sie in der Mitte der geraden Linie, die sie bilden, senkrecht unterstützt werden, und daß, wenn eine gewisse Anzahl schwerer Punkte des festen Körpers einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt haben, auch die um Eins größere Anzahl einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt haben werde, soiglich auch ten vier, fünf, sechs und mehreren schweren Punkten derselbe angenommen werden kann. Kurz, in jedem festen Körper läßt sich ein Punkt annehmen, um welchen herum alle Körperteilchen auf der einen Seite eben so stark drücken, als die auf der entgegengesetzten Seite; und dieser gemeinschaftliche Schwerpunkt liegt so, daß, wenn alle Körperteilchen, die auf der einen Seite liegen, durch ihre Entfernungen davon multiplicirt werden, die Summe dieser Producte gleich ist der Summe ähnlicher Producte für die Theilchen auf der andern Seite desselben.

§. 274. Wenn die schwere Masse eines Körpers durch seinen ganzen Raum gleichförmig verbreitet ist, so haben gleichgroße Theile desselben auch gleiches Gewicht, und der **Mittelpunkt der Größe** oder der **Figur** des Körpers wird dann auch sein **Schwerpunkt** seyn. Der Mittelpunkt einer solchen Kugel wird also ihr Schwerpunkt seyn; bey einem Cylinder und bey einem geraden Prisma wird er in der Mitte der Achse liegen. Sehr dünne Scheiben kann man

als schwere Ebenen betrachten, die es freilich im geometrischen Sinne nicht geben kann. In diesem Sinne kann man von dem Schwerpunkte eines Dreiecks, eines Kreises und dergl. reden. Wenn man aus zwei Winkeln eines Dreiecks auf die Mitte der gegenüberstehenden Seitenlinien gerade Linien zieht, so ist der Durchschnittpunkt dieser Linien der Schwerpunkt des Dreiecks; und wenn man aus irgend einem Winkel eines Dreiecks eine gerade Linie auf die Mitte der gegenüberstehenden Seitenlinie zieht, so liegt der Schwerpunkt in dieser Linie  $\frac{2}{3}$  von dem Winkel entfernt, aus dem man die Linie zog (Fig. 27.) In einer Pyramide und in einem Kegel liegt der Schwerpunkt in der Achse, und zwar in der Entfernung von  $\frac{3}{4}$  derselben von der Spitze; in einer Halbkugel  $\frac{3}{8}$  in der Höhe der senkrechten Linie, aus dem Mittelpunkte der Grundfläche gezogen.

Kant'ss's Lehrbegriff der gesamten Mathematik, Th. I. B. II. S. 49.

§ 275. Wenn ein gerader Cylinder, ein gerades Prisma, eine gerade Pyramide, ein gerader Kegel oder eine Halbkugel lothrecht stehen, so wird jeder Punkt der Grundfläche von dem Gewichte aller Theilchen gedrückt, die sich lothrecht darüber befinden; es ist also eben so viel, als wenn die Grundfläche selbst schwer und das Gewicht derselben durch den Raum dieser Fläche gleichförmig vertheilt wäre. Müssen werden auch diese Körper unterstützt seyn, wenn der Mittelpunkt ihrer Grundfläche lothrecht unterstützt ist.

Kant'ss's Naturgesch. der Naturf. I. 39.

§. 276. Wenn der Schwerpunkt eines festen Körpers lothrecht unterstützt ist, so kann der Körper selbst nicht herabsinken, und der ganze Körper wird vor dem Falle geschützt. Wenn hingegen die Verticallinie, vom Schwerpunkte gezogen, außerhalb der Unterstüßung liegt, so fällt der Körper, und zwar nach der Seite hin, wo der Schwerpunkt liegt. Es ist im ersten Falle gar nicht nöthig, daß der Schwerpunkt selbst unmittelbar gehalten werde, was in

vielen Fällen gar nicht einmal anginge, wie z. B. bei einer festen Kugel ihr Mittelpunkt, wenn er ihr Schwerpunkt ist, nicht unmittelbar unterstützt werden kann, weil die ihn umschaltende Masse derselben es hindert. Es braucht nur ein Punkt A oder B (Fig. 24.) unterstützt zu seyn, der in der Verticallinie AB liegt, welche durch den Schwerpunkt C in der Richtung der Schwere geht. In dieser Richtung wird der Schwerpunkt durch die Schwere gegen den Horizont zu sollicitirt; und eine Kraft, die dem Gewichte des Körpers in dieser Richtung vollkommen widersteht, wird das Fallen des Schwerpunktes, folglich des ganzen Körpers, verhüten. Diese Richtung ACB heißt die Directionslinie des Schwerpunktes, oder die mittlere Richtung der Gewichte aller schweren Theile des Körpers.

§. 277. Wenn ein schwerer Körper so aufgehängt wird (Fig. 28.), daß der Mittelpunkt der Bewegung mit dem Mittelpunkte der Schwere C übereinkommt, und der Körper sich zwar um denselben drehen, sonst aber nicht wackeln kann, so wird er in jeder Lage ruhen; und es ist eben so gut, als ob alle übrigen Theile außerhalb des Aufhängungspunktes keine Schwere hätten.

§. 278. Wenn der unterstützte Punkt, an welchem der Körper hängt, höher liegt als der Schwerpunkt, und z. B. der Körper (Fig. 28.) in dem Punkte A unterstützt wird: so ist der Körper nur dann in Ruhe, wenn der Aufhängungspunkt A in einer geraden Linie mit der Directionslinie CB des Schwerpunktes C liegt. Der Körper kann, in diesem Zustande des Gleichgewichts sich nicht um A drehen, ohne daß sein Schwerpunkt nicht stiege. Bei einer Abweichung, auch bei der geringsten, der geraden Linie AC von der verticalen Richtung, wird sich der Körper bewegen, und von selbst sich in die Lage zu versetzen streben, in welcher AC vertical, oder in der Directionslinie des Schwerpunktes CB ist. Der Schwerpunkt eines aufgehängten oder sonst

beweglichen Körpers sinkt also immer herab, und zwar so tief, als er kann. Er nimmt also unter allen möglichen Stellen jederzeit die niedrigste ein, die er erhalten kann, ohne vorher zu steigen.

Daraus gründet sich § 22 die Methode, den Schwerpunkt mechanisch zu finden.

§ 23. Wenn B der unterstützte Punkt ist (Fig. 28), und niedriger liegt, als der Schwerpunkt C, so kann kein beharrliches Gleichgewicht Statt finden, sondern es verursacht die geringste Abweichung der geraden Linie BC von der Directionslinie des Schwerpunktes, daß der Körper umfallen, und sich in eine andere Lage versetzen muß, worin die Directionslinie seines Schwerpunktes entweder senkrecht unterstützt ist, oder andere Ursachen sein Fallen verhindern.

Es sei Kugel kann auf einer waagerechten Ebene in jeder Lage ruhig liegen, weil diese die Directionslinie des Schwerpunktes senkrecht unterstützt; die geringste Abweichung der Ebene von der horizontalen Lage macht, daß die Kugel darauf herabfällt.

Es ist zwar an sich möglich, daß ein Kegel auf einer Spitze ruhen kann, wenn seine Achse vollkommen lotrecht steht; aber die geringste Abweichung von dieser lotrechten Richtung würde ihn zum Umfallen bringen.

Körper & Anfangsgr. der Naturl. I. 42.

§ 24. Wenn die Directionslinie des Schwerpunktes innerhalb der unterstützten Grundfläche eines Körpers fällt, so kann der Körper nicht durch sein eigenes Gewicht umfallen. Wenn aber die Directionslinie außerhalb der unterstützten Grundfläche fällt, so fällt der Körper um, und zwar nach der Seite hin, wohin der Schwerpunkt liegt. Es ist im ersten Falle nicht nöthig, daß alle Punkte der Grundfläche unterstützt sind; sondern die unterstützten Punkte brauchen nur die Winkelpunkte einer ebenen geradlinigen Figur auszumachen, wenn man sie mit geraden Linien zusammenzieht, und die Verticallinie durch den Schwerpunkt oder die Directionslinie desselben muß eine Stelle der waagerechten Ebene treffen, die innerhalb der Grenzen jener Figur liegt.

Ein Tisch auf drey Füßen steht fest, und fester als einer auf vieren, weil seine abwärts in einerley Ebene fallen, welches bey vieren nicht der Fall ist, wenn nicht der Boden völlig waagrecht ist, und alle Füße genau gleich lang sind.

§. 281. Aus der Anwendung der Theorie vom Schwerpunkte lassen sich verschiedene Phänomene und Versuche erklären. Dahin gehören:

- 1) Die Erscheinungen des chinesischen Porzelmans

nes.

*Mischensbrook introd. ad philol. nat. §. 308.*

- 2) Die Einrichtung und Wirkung eines Wegmessers oder Hodometer.

*Sigaud de la Fond Mémoire de physique. T. II. §. 277. ; dessen Anweisung zur Experimentalphysik. §. 192. 2.*

- 3) Die Lampe des Cardanus.

*Sigaud a a C. §. 76.*

„Die Einrichtung des Beckkompasses, der in Ainen hängenden Strangenlaternen, des schwimmenden Lichts zur Verhütung der Nacht über Wille über Bord gestrichenen Kerzen.“

- 4) Die Stellung einiger Gebäude, die zu fallen scheinen, und doch sicher stehen, wie z. B. der Thurm zu Pisa und Bologna.

*Casati mechanica. L. B. 1644. 4. l. c. 9.*

„Des thürm Thurm zu Sellenhausen.“

Ar.“

- 5) Der Mechanismus des Stehens, Gehens, Aufstehens und der verschiedenen Bewegungen bey Menschen und Thieren.

*Petrus Borellus de motu animalium, Hagae 1745. 4. l. c. 18 — 21. Desaguets course of experimental philosophy. II. §. 44.*

Wen bey Menschen, wenn er auf beyden Füßen steht, geht die Direction seiner senkrechten Schwerpunkts durch das Perinäum.

„Wenn ein stehender Mensch liegt der Schwerpunkt schräger sehr in der Mitte des Hinterk des zu eben den Hüften. Bey dem eine Fuße einander den Menschen, fällt er etwas weiter vorwärts, bey dem Herabliegen des einen nachwärts; bey dem Ausbreiten eines Armes liegt er etwas zur Seite. Wenn Tragen einer Last ruht er mehr der Last zu, und der Mensch muß sich durchbücken, wenn die Last vorn, hinaus den vordere, wenn sie auf dem Rücken getragen wird, damit die Abwärtsbewegung des Schwerpunktes innerhalb der Hinterfüße seiner Füße falle. Dadurch die Leute gehen daher gerade. Das Gleichgewicht des Schwerpunktes ist jedem Gebilden ange-

horen, aber durch Uebung sehr Reizungsstöße, z. B. bey den Seil-  
kängern. Wir ziehen die Kule etc., in Befolge dieses Gefühls, wenn  
wir ausgestreckt liegend aufstehen wollen. — Wenn Oeden im Was-  
ser rückt der Schwerpunkt (durch die weiter unten zu erläuternde Ge-  
wichtverminderung des eintauchenden Theils) weiter nach oben zu,  
und der Gang wird in gleichem Verhältnisse unsicherer; s. Kr.

6) Das Hinaufsteigen eines Cylinders auf einer schiefen  
Ebene.

*Dasagulier* a. a. O. II. §. 53. A. G. Kästner's Untersuchung des  
Cylinders, der sich eine schiefe Fläche hinaufzuwälzen scheint: im  
2. B. der deutschen Schriften der Königl. Soc. d. W. zu Göttingen.  
S. 115.

7) Ein doppelter Keil, der über zwey schiefen Flächen  
hinaufwärts zu rollen scheint.

*Geo. Wolff.* *Kraft explicatio experimenti paradoxo de adhaes-  
su coni duplicis in altum spontaneo, in dem comment. Petrop.  
T. VI. S. 589.*

8) Die Künste der Balançeurs und Aequilibristen.

*Gehler's physikal. Wörterbuch, Th. III. S. 95.*

9) Das Aufhängen eines Eimers voll Wasser an die  
Klinge eines Messers, das frey auf einem Tische liegt.

*Sigaud* a. a. O. §. 281; dessen Anweisung zur Experimentalphysik.  
§. 124.

10) Allerley andere Spielwerke, wie der kleine Seilkän-  
ger von Holz, die kleinen Männchen von Kork unten  
mit Blei, die von selbst aufstehen, u. dergl.

*Schwenker's mathematische Erquickungsstunden, B. 1. Th. 9. Aufg. 5.  
S. 7.*

## Gleichgewicht fester Körper.

§. 282. Eine gerade unbiegsame Linie AB (Fig. 43.),  
oder cB (Fig. 44.), ohne Schwere und in einem gewissen  
Punkte so unterstützt, daß sie sich zwar um denselben zu drehen,  
sonst aber nicht in Bewegung zu kommen vermag, und  
an der man sich zwey wirkende Kräfte vorstellen kann, heißt  
ein Hebel (*Vectis*), und zwar ein mathematischer ge-  
radliniger Hebel; sonst aber, wenn die Linie selbst schwer  
ist, ein physischer Hebel. Der unterstützte Punkt c heißt



der Ruhepunkt oder Bewegungspunkt (*Contrum motus*); das, was ihn unterstützt, wie *l* (Fig. 43.), die Unterlage (*Fulcrum*, *Hypomochlium*), die auch manchmal zur Ueberlage wird (Fig. 44), oder auch als Zapfen anzusehen ist. Die Kräfte (*Potentiae*), die den Hebel in der entgegengesetzten Richtung zu drehen streben, heißen nach ihrer verschiedenen Bestimmung die Kraft (*Vis*), und die Last (*Onus*), die man sich auch als ziehende Gewichte vorstellen kann.

§. 283. Wenn der Ruhepunkt (Fig. 43.) am Hebel zwischen den beiden Punkten A und B, an welchen die Gewichte angebracht sind, oder zwischen der Kraft und der Last liegt, so heißt er ein Hebel der ersten Art, oder ein doppelarmiger Hebel (*Vectis heterodromus*); wenn aber die Stellen, woran die entgegengesetzten Kräfte angebracht sind, beide an Einer Seite des Ruhepunkts liegen (wie Fig. 44 und 45.), so ist er ein Hebel der andern Art, oder ein einarmiger Hebel (*Vectis homodromus*). Bei dem erstern gehen die beiden Kräfte nach verschiedenen Seiten, wenn er sich bewegt; bei diesem gehen sie beide nach einerley Seite. Es sind vom Hebel der andern Art zweierley Gattungen: eine, wo die Last in der Mitte ist, zwischen dem Ruhepunkte und der Kraft; und eine, wo die Kraft zwischen dem Ruhepunkte und der Last liegt.

Beispiele von physischen Hebeln der ersten Art sehen die gemeinen Hebebäume, der Vorfuß der Mauer, die Krämerwaage, die Schneidwaage, Scharren, Zangen.

Beispiele von Hebeln zweiter Art, und zwar der ersten Gattung: die Räder eines Schiffs, ein Schiedlarren; der zweiten Gattung: eine Schaufel, eine Zerk, ein Arm des menschlichen Körpers, wenn er eine Last hebt.

§. 284. Gleiche Gewichte F und D (Fig. 43), die am doppelarmigen Hebel AB in gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte c frey hängen, erhalten einander im Gleichgewichte (§. 83.). Ungleiche Gewichte hängen in gleichen Entfernungen erhalten einander nicht im Gleichgewichte, das größere zieht das kleinere in die Höhe (§. 84.).

§. 285. Die Unterlage  $f$  (Fig. 43.) trägt bei dem doppelarmigen Hebel  $AB$  die Summe der Gewichte  $D$  und  $F$ , die an beiden Seiten hängen, und im Gleichgewichte stehen. Wenn daher statt der Unterlage eine Kraft der Richtung der Schwere des Ruhepunktes entgegen jöge, so würde der Hebel ebenfalls unterstützt seyn, und es würde alles ruhen.

§. 286. Nimmt man in diesem letztern Falle (§. 285.) das Gewicht  $D$  an dem einen Arme des Hebels  $Ac$  weg, und befestigt dagegen diesen Punkt  $A$ , oder giebt ihm eine unbewegliche Ueberlage (Fig. 44.), so wird er ein einarmiger Hebel; aber er bleibt doch in Ruhe, obgleich die Kraft  $f$  an dem andern Ende  $B$  nur halb so groß ist, als die Kraft  $P$ , die ihn in der Mitte der entgegengesetzten Richtung  $AK$  zieht. Die einfache Kraft  $F$  hält also bei der doppelten Entfernung  $Bc = 2Ac$  der doppelten Kraft  $P$  bei der einfachen Entfernung  $Ac$  das Gleichgewicht. Auf eine ähnliche Art läßt sich dieses auch am doppelarmigen Hebel beweisen. Denn man könnte diesen einarmigen Hebel  $cAB$  jenseits der Ueberlage  $f$  um die Hälfte  $cA$  verlängern, die Ueberlage wieder zur Unterlage machen, wie Fig. 45., und das doppelte Gewicht  $P$  an das Ende  $G$  des verlängerten Arms aufhängen, das nun mit dem vorigen, nach der entgegengesetzten Richtung in  $A$  ziehenden, doppelten Gewichte im Gleichgewichte stehen würde. Da dieses aber mit dem einfachen  $F$  vorher (Fig. 44.) im Gleichgewichte war, so muß auch nun bei dem doppelarmigen Hebel (Fig. 46.) das einfache Gewicht  $F$  bei der doppelten Entfernung  $cB = 2$  dem doppeltem Gewichte  $P$  bei der einfachen Entfernung  $cG = 1$  das Gleichgewicht halten.

Das Gesetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel leitete Cartesius auf dem im folgenden 99. §. angeführten Page der: *Varignon aus der Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte* (*Nouvelle mecan. qu'on Balague*, à Paris, 2 Vol. 4.) Ich habe hier dem von Hrn. Büchner gezeichneten, recht evidenten Beweis ihm mitgetheilt. Die weitere Verbesserung, wie man in dessen *Verus et compositionis, varium Leona evidentiis expolita*, Lips. 1755. 4.

Die Anwendung des Grundsatzes des Archimedes auf beide Arten von Hebel, den doppelarmigen sowohl als des einarmigen, siehe man in Observations of the fundamental property of the lever, with a proof of the principle assumed by Archimedes in his demonstration, by A. Finck; in den phil. Transact. 1794. P. 1. S. 53. ff.

§ 287. Das Gesetz des Gleichgewichts der Kräfte am mathematischen Hebel jeder Art heißt diesemnach: Die senkrecht am Hebel wirkenden Kräfte sind im Gleichgewichte, wenn ihr Verhältniß in umgekehrter Ordnung einerley ist mit dem Verhältnisse ihrer Entfernungen vom Ruhepunkte; oder: die Kraft ist vermögend, die Last zu erhalten, wenn sie sich dazu verhält, wie die Entfernung der Last vom Ruhepunkte zu der Entfernung der Kraft von demselben.

So ist also z.B.  $P$  im Gleichgewichte mit  $P$ , wenn  $F : P = Gc : Bc$ , und z.B.  $4P$  im Gleichgewichte mit  $P$ , wenn  $F : P = Ac : Bc$ .

§ 288. Das Product, welches gefunden wird, wenn man die Last oder Kraft, oder überhaupt die Gewichte, mit ihrer Entfernung vom Ruhepunkte multiplicirt, heißt das Moment der Last oder Kraft. Kräfte und Last erhalten einander im Gleichgewichte am Hebel, wenn ihre Momente gleich sind.

Wenn z.B. 48  $P$  3 Ff. und  $P$  3 Ff., beides ist, so muß, wenn Gleichgewicht Statt finden soll (nach §. 286),  $Bc : Gc = 4 : 3$  seyn. Wenn wir nun diese Entfernungen vom Ruhepunkte  $Bc = 4$  und  $Gc = 3$  mit den in  $B$  und  $c$  applicirten Gewichten  $P$  und  $F$  multipliciren, so erhalten wir  $4 = 3$ , also gleiche Momente. Weil nemlich im Zustande des Gleichgewichts  $F : P = Gc : Bc$ , so ist auch  $F \times Bc = P \times Gc$ .

§. 289. Wenn die Richtungen der Kräfte am Hebel nicht senkrecht darauf wirken, wie wir bisher angenommen haben, sondern unter einem schiefen Winkel: so ist die aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie gezogene Perpendiculare für die Entfernung der Kräfte vom Ruhepunkte zu halten; und es ist Gleichgewicht da, wenn die Producte der Kräfte in diese Entfernungen, oder wenn die Momente gleich sind.

Es sey (Pl. 47.) Acd ein doppeltarmiger Hebel, auf den die Kräfte  $A$  und  $P$  in den schiefen Richtungen  $ab$  und  $bp$  wirken. Hier sind die auf diese Richtungen aus dem Ruhepunkte gezogenen Perpendikel  $cd$

und  $eE$  für die Entfernungen dieser Kräfte vom Ruhepunkte zu halten; und es ist Gleichgewicht da, wenn  $R:P = Eo:Do$ , oder wenn  $R \times Do = P \times Eo$ . Man kann sich rechtlich vorstellen, daß das rechtwinklige Dreieck  $eDA$  um  $e$  gedreht werden könne; in diesem Falle wird die Kraft  $R$ , bey  $D$  an die Linie  $AD$  angebracht, mit dem Momente  $R \times Do$  wirken. Da sie nun das ganze Dreieck  $eAD$  eben so stark mitdreht, wenn sie  $eD$  dreht, so muß sie es auch in Richtung  $eA$  thun: folglich ist das Moment, womit sie auf  $eA$  wirkt,  $= R \times eD$ . Was von  $eA$  gilt, gilt auch von  $eB$ .

(„Eines Bräutigams Beweis für die Gesetze des Gleichgewichts, wenn die Kräfte in schiefen Ebenen auf den Hebel wirken, sehe man in der oben bey §. 286. angeführten Dissertation von Kästner, p. I. §. 1. dergleichen die Statik in Kästners und Barrens Lehrbüchern. S.“)

§. 290. Einerley Potenzen, die an einerley Punkte des geradlinigen Hebels applicirt sind, aber unter verschiedenen Richtungen darauf wirken, müssen sich, wenn sie gleich stark darauf wirken sollen, umgekehrt wie die Sinus der Winkel verhalten, den ihre Richtungen mit dem Hebel machen.

Wenn also (Fig. 48.) an dem einarmigen Hebel  $eA$  zwei Kräfte  $R$  und  $P$  an einem Punkte  $A$  angebracht sind, und unter den solchen Richtungen  $AR$  und  $AP$  wirken: so kann nur dann Gleichgewicht erfolgen, wenn  $R:P = eP:eA$ , oder wenn  $R \times eA = P \times eP$ .

Wenn (Fig. 47.) die Kraft  $S$  senkrecht auf dem Hebelarm  $eB$  wirkt, und mit  $R$  im Gleichgewichte ist, so ist  $S:P = eE:eB$ , d. i. S, wie der Sinus des Winkels  $eBP$  oder  $eBE$  zum Sinus totus.

§. 291. Eine Kraft am Hebel vermag also, bey übrigen gleichen Umständen, mehr, wenn sie senkrecht, als wenn sie schief darauf wirkt.

§. 292. Die Bogen, durch welche die Aufhängungspunkte der am Hebel im Gleichgewichte stehenden Gewichte bewegt werden können, verhalten sich wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte: es ist also einerley Kraft nöthig, ein einfaches Gewicht durch einen doppelten, dreysfachen, u. Raum zu führen, als ein doppeltes, dreysaches u. Gewicht durch den einfachen Raum, oder die Geschwindigkeit des einfachen Gewichts ist zweymal, dreymal u. größer, als die Geschwindigkeit des doppelten, dreysfachen u. Gewichts. So viel man also durch weitere Entfernung der Kraft vom Ruhepunkte des Hebels an der Kraft ers

spart, so viel verliert man an der Geschwindigkeit der Last.

Gesetzt, an dem dergelartigen Hebel  $ACB$  (Fig. 40) sey in  $B$  eine Kraft applied, die viermal weiter vom Aufpunkte  $C$  entfernt ist, als die Last in  $A$  von  $C$ , so wird sie zwar nur viermal so fern brauchen, als die Last in  $A$ , um ihr das Gleichgewicht zu halten; aber sie wird die Last in  $A$  auch nur durch den einfachen Raum ausheben, während in den vierfachen Raum sich durch'stößt. Denn  $BC : AC = B : A$ . Wird in dem Punkte  $B$  das einfache Gewicht, und in dem Punkte  $A$  das vierfache Gewicht angebracht wäre, so würden sie im Gleichgewichte seyn, weil  $4 : CA :: 1 : CB$ . Aber bey der Hebeung des Hebels nehme der Raum, den  $A$  durchläuft, zu dem, welchen  $C$  in eben der Zeit beschreibe, sich verhalten wie  $1 : 4$ . Es waren also die Vortheile aus dem Vortheile in ihre respectiven Geschwindigkeiten als  $1 : 4$  folglich wäre auch die Größe der Hebeung da, und also Gleichgewicht. Hieraus eben beruht der Cartesische Satz vom Gleichgewichte der Kräfte am Hebel (I. 286. Anmerk.).

§. 293. Bey dem physischen Hebel, welches jeder wirkliche Hebel ist, kommt das Gewicht seiner Arme selbst in Betracht. Man kann ihn aber leicht auf einen mathematischen zurückbringen, wenn das Gewicht seiner Arme bekannt ist, das man nur im Schwerpunkte derselben vereinigt annehmen darf. Aus der Entfernung dieses Schwerpunktes vom Aufpunkte kann man leicht berechnen, wie viel Gewicht am kürzern Arme nöthig sey, um das Gleichgewichte des Schwerpunktes vom längern Arme zu ersetzen.

Bestimmung durch Versuche mit Leupold's Universalwaage.

Man laße sich daraus leicht erklären, warum der  $e$  nem auf  $e$  nem scharfkantigen Stabe stehenden Stabe eine ziemliche Last an das kurze hervorragende Ende des Stabes gesetzt werden kann.

Zusatz zur Theorie vom Hebel auf die Bewegungen der Menschen, und der durch die muskulösen Köpfe vermittelte der Thiere. *Petrus Borelli* oben (I) 281 f., angeführtes Werk; *Parent* Recherches de Mathématique et Physique, à Paris 1715. T. II. S. 171 f., 172 f., und 694. f., und T. III. S. 535; ingleichen *Bellier's* physik. Werke, Bd. III. S. 295 f.

§. 294. Die Gesetze des geradlinigen Hebels lassen sich leicht auf den Winkelhebel oder gebrochenen Hebel (*Vectis angularis*), die Rolle oder Scheibe (*Trochlea*), den Flaschenzug (*Polyspastus*) und das Rad an der Welle (*Axis in peritrochio*) anwenden. Die nähere Bestimmung

und die weitere Ausführung der Lehre von denselben ge-  
hen aber eigentlich für ein Lehrbuch der angewandten Ma-  
thematik.

„Der Keil und die schiefe Ebene sind die Elemente aller Walzen-  
neu. So allseitiger Verdrückungsmittel ist nicht die Reibung,  
als Trennung hindernisse Benutz, ohne deren Wirkung in e freier  
kurze Schritte ohne Stufen wurden eifolgen und ein innerer Keil  
3 der, ohne abzuweichen, wurden herab rachen kranz; und ohne  
we de der Keil und d e Schraube unterachtet waren. — Herab  
ist die Reibung des der Waage, merkt sich beim Rade an der Weis  
le, wenn die Räder eckig dunn sind, und Acht kann im zusam  
m. nächsten Verhältniß der Gewichte, der Gleichgewicht der Was  
schne und des Durchmessers der Zapfen. Betrachtlich ist sie d. zweitem  
den den Räder, deren Räder der fern m. d. deren Enten sich an den  
Räder erden, und die in dem noch die Gleichheit der Erde ober  
Eckigkeit überwinden müssen. Tief ist j. Q. der Fall beim ge  
wohl den Räderjunge, wo man wegen der eben bemerkten Hin  
berne, wenn kein anderer Material der Räder für Keil hat, mit  
150 Pfund Kraftaufwand nur 500 Pfund in die Höhe zu heben im  
Stande sein soll. Erfinderte englische Maschinenbau. Nach  
der Stationerader. Desagulier's und Muschenbroek's Tribome  
ters. — Noch weit höher ist die Reibung bei der Schraube, wo sie  
fast die Hälfte der bewirkenden Kraft, und noch beträchtlicher beim  
Keil, wo sie 3 bis 4 und darüber betragen vermag. Wird ge  
Schraubengänge verjähren weniger als schraffantige  
Kr.“

Groß fester Körper.

§. 295. Wenn ein schwerer Körper auf einer horizontalen Tafel liegt, und darauf bey seiner Bewegung die Friktion nicht in Anschlag gebracht wird, oder wenn er an einem Faden aufgehängt ist, so wird Kraft nöthig seyn, ihn in Bewegung zu setzen; das heißt, die zu seiner Bewegung angewandte Kraft wird eine Verminderung erleiden, und er wird Widerstand leisten, weil er von der Richtungs- und der Schwere stark abgelenkt werden soll, wie bey der Wurfbewegung. Wir müssen hier nun noch die Gesetze, welche die solchergestalt durch den Stoß bewegten Körper befolgen, näher betrachten. Diese Gesetze werden durch besondere Eigenschaften der Körper, je nachdem sie entweder rigide, oder federhart, oder weich sind, modificirt. Nun giebt es zwar in der Natur keine bloß rigiden Körper, die nicht zugleich auch Federkraft hätten (§. 127.), und die



gesetzt, und also in Rücksicht beider waarten genommen werden muß. Die Geschwindigkeit von  $p$  nach dem Stöße, oder  $z$ , der  $s$  wandelt sich also in  $\frac{aPC + Pc - pc}{P + p} = \frac{aPC + (P - p)c}{P + p}$ , und zwar nach der Richtung, in welcher  $P$  vor dem Stöße bewegt wurde; und die von  $P$ , oder  $Z$ , in  $\frac{P - p}{P + p} \cdot C - \frac{1}{2}pc$ , und zwar in der Richtung von  $C$ .

Wenn man hierbey  $PC = 0$ , so ist  $z = c$  in der Richtung von  $C$ , und  $Z = -C$ ; oder die Körper springen mit eben der Geschwindigkeit zurück mit der sie ankämen (5).

Wenn  $P = p$ , so ist  $z = c$  in der Richtung von  $C$ , und  $Z = -c$ ; sie verwechseln sich nach dem Stöße ihre Geschwindigkeiten in entgegengesetzter Richtung (6).

Wenn  $(P - p)C = \frac{1}{2}pc$ , so wird, wie die Formel leicht zeigt,  $Z = 0$ ; nämlich bleibt  $P$  nach dem Stöße in Ruhe und  $a$  wird  $C + c$  in der Richtung von  $C$ , oder springt mit der Geschwindigkeit  $C + c$  zurück.

Wenn endlich  $(P - p)C > \frac{1}{2}pc$ , so bleibt, wie man leicht sieht,  $Z$  positiv, oder der Körper  $P$  geht mit der Geschwindigkeit  $Z$  in der Richtung seiner vorherigen Geschwindigkeit  $C$  fort.

In allen Fällen bey dem Stöße elastischer Körper bleiben die Summen der respectiven Pr.ien vor und nach dem Stöße gleich.

Man sehe L. v. Scheffer Institutiones physicas, P. I. Vindob. 1793. 2. S. 156 ff., dem ich hierbey in den Erläuterungen ganz gefolgt habe.

§. 300. Bey weichen Körpern finden dieselben Gesetze des Stoßes Statt, als bey harten, nur daß sie zugleich ihre Figur ändern, welches bey harten Körpern der Fall nicht ist, und daß die Veränderung der Bewegung in eine andere, oder in Ruhe, nicht plötzlich, sondern erst nach und nach geschieht.

§. 301. Wenn ein Körper einen andern nicht unmittelbar anstößt, sondern durch einen oder mehrere andere dazwischenliegende Körper von einerley Beschaffenheit, so kann man jeden dazwischenliegenden als einen stoßenden und gestoßenen Körper ansehen, und hieraus die erfolgte Wirkung leicht herleiten. So pflanzt sich der Stoß durch eine Reihe gleich elastischer Kugeln bis zu der äußersten fort: und läßt man mehrere verglichen elastische Kugeln von einerley Gewicht eine andere von gleichem Gewichte anstoßen



mit dem Ueberschusse seiner Geschwindigkeit, oder mit  $C - a$ , theilen. In der gemeinschaftlichen Größe der Bewegung, die beide Massen haben, wird also noch der Ueberschuss der Größe der Bewegung  $[(C - a)P]$  der größten hinzukommen und unter beide Massen gleichförmig vertheilt werden. Es ist also nach dem Stöße

$$z = \frac{(C - a)P + Pc + pa}{P + p} = \frac{PC - Pa + Pc + pc}{P + p} = \frac{PC + pc}{P + p}, \text{ wie angegeben ist (5).}$$

Die Geschwindigkeit, welche  $p$  gewinnt, ist

$$= \frac{CP + cp}{P + p} - a = \frac{CP - cP}{P + p}, \text{ und die Geschwindigkeit, welche } P$$

$$\text{verliert, ist } = C - \frac{CP + cp}{P + p} = \frac{CP - cp}{P + p}.$$

Die Größe der Bewegung beider nach dem Stöße ist wie die Summe der einzelnen Größen der Bewegung vor dem Stöße. Denn

$$zP + zp = \frac{PC + pc}{P + p} P + \frac{PC + pc}{P + p} p = PC + pc.$$

IV) Wenn beide bewegliche Körper in entgegengesetzter Richtung mit gleichen Kräften, d. i., mit gleicher Größe der Bewegung, an einander stoßen, wenn nemlich  $PC = pa$ , oder  $P : p = a : C$ ; so kann keine Bewegung erfolgen, sondern beide Bewegungen müssen nach dem Gesetze des 83. §. sich wechselseitig aufheben (4).

V) Wenn aber bey dieser entgegengesetzten Richtung  $PC$  und  $pa$  ungleich sind, so muß das Gesetz des 84. §. eintreten. Es sey nemlich  $PC > pa$ , so wird es einen gewissen Theil  $x$  der Geschwindigkeit  $C$  geben, der mit  $P$  multiplicirt eine Größe der Bewegung  $Px = pa$  macht. Beide würden sich gegen einander aufheben, und also keine hervorbringen, wenn die Körper mit den Kräften  $Px$  und  $pa$  gegen einander direct stoßen. Es ist nun noch ein Theil  $d$  von der Geschwindigkeit übrig, oder  $d = C - x$ , der die Größe der Bewegung  $Pd$  hervorbringt; die sich dann unter die beweglichen Massen  $P$  und  $p$  vertheilt und sie in Bewegung nach der Richtung von  $C$  versetzt. Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stöße, oder  $z$ , ist

$$\text{also } = \frac{Pd}{P + p}. \text{ Weil nun } Px = pa, \text{ so ist auch } P : p = a : x, \text{ und}$$

$$\text{also } x = \frac{pa}{P}. \text{ Da nun } d = C - x, \text{ so ist auch } d = C - \frac{pa}{P}$$

$$= \frac{PC - pa}{P}. \text{ Wenn wir nun diesen Werth von } d \text{ in der ersten Formel}$$

$$\text{nach dafür substituiren, so ist } z = \frac{PPC - Ppa}{P^2 + Pp} = \frac{PC - pa}{P + p} \text{ (5).}$$

Die Größe der Bewegung nach dem Stöße ist  $= PC - pa$ , wie man leicht finden wird, und also gleich der Differenz der Größen

Bewegung  $\frac{2pPC}{P+p}$ . Wenn wir nun diese von der Größe der Bewegung vor dem Stöße  $PC = \frac{PC}{P+p} + \frac{pPC}{P+p}$  abziehen, so bleibt

$$\frac{PPC - p_1C}{P+p} \text{ als die Größe der Bewegung des stehenden elastischen Körpers nach dem Stöße, und es ist seine Geschwindigkeit, oder } Z, \\ = \frac{PC - pC}{P+p} = \frac{(P-p)C}{P+p}. \text{ Es ergibt sich also } Z \cdot C = P - p \cdot P + p;$$

oder: die Geschwindigkeit des stehenden nach dem Stöße ist zur Geschwindigkeit desselben vor dem Stöße wie die Differenz der Massen zu ihrer Summe (3).

Die Geschwindigkeit des ruhenden  $p$  nach dem Stöße wäre auch  $\frac{PC}{P+p}$ , wenn beide Körper unelastisch und sehr hart waren, und

seine Größe der Bewegung  $\frac{pPC}{P+p}$  (s. 293 Anm.): da er aber elastisch ist, so wird durch die Reaction die Größe der Bewegung desselben nach dem Stöße  $= \frac{2pPC}{P+p}$ , und so gleich die Geschwindigkeit

$z = \frac{2pC}{P+p}$ . Es ist also  $z:C = p:P + p$ ; oder: die Geschwindigkeit des aufsteigenden ist zur Geschwindigkeit des stehenden, wie das doppelte Gewicht des stehenden zur Summe der Gewichte beider (3).

III) Ist  $P = p$ , so ist  $Z$  oder  $\frac{PC - pC}{P+p} = 0$ , und  $z$  oder  $\frac{2pC}{P+p} = C$ ; oder der stehende ruhet nach dem Stöße, und der gestoßene bekommt die ganze Geschwindigkeit des stehenden (2).

IV) Wenn  $P > p$ , so ist  $Z = \frac{PC - pC}{P+p}$  eine positive Größe; wenn

aber  $P < p$ , so wird  $Z$  negativ,  $z$  oder  $\frac{2pC}{P+p}$  ist aber immer positiv.

Wenn also der stehende mehr der Masse hat als der ruhende, so springt er nach dem Stöße dem letztern mit der Geschwindigkeit  $Z$  zurück; der gestoßene aber wird nach der Richtung des stehenden bewegt.

V) Wenn die Masse des ruhenden  $p$  sehr und unendlich ist, so ist sie gegen den stehenden  $P$  als unendlich groß anzusehen; in diesem Falle vermindert sich die Geschwindigkeit  $Z$  des stehenden nach dem

Stoße, oder  $\frac{PC - pc}{P + p}$ , in  $\frac{PC - \infty C}{P + \infty} = -C$ , oder der Stoßende wird mit derselben Geschwindigkeit reflectirt, mit der er ankam (2). Die Geschwindigkeit der unendlich großen geklopfenen Masse nach dem Stoße wäre  $\frac{2PC}{P + \infty}$ , oder unendlich klein, oder für nichts zu nehmen.

VI) Wenn  $p$  mit der kleinern Geschwindigkeit  $c$  vorangeht und  $P$  folgt mit der größern Geschwindigkeit  $C$  nach, so wird der Stoß nur mit  $C - c$  geschehen können (§. 293. Anm. III.). Wenn die Körper nicht elastisch wären, so würde  $p$  durch den bloßen Stoß allein zur Größe

der Bewegung  $\frac{Pp(C - c)}{P + p}$  erhalten; wegen der Reaction durch Elasticität erhält  $p$  aber  $\frac{2Pp(C - c)}{P + p}$ , die zu seiner eignen Größe der Bewegung  $pc$  noch hinzukommt. Daher ist die ganze Größe der Bewegung von  $p$  nach dem Stoße  $\frac{2Pp(C - c)}{P + p} + pc$

$$= \frac{2PpC - 2Ppc + Ppc + ppc}{P + p} = \frac{2PpC - Ppc + ppc}{P + p}, \text{ und seine}$$

ne Geschwindigkeit  $z = \frac{2PC - Pc + pc}{P + p}$ . Der elastische Körper

$P$  verliert von der Größe seiner Bewegung  $\frac{2Pp(C - c)}{P + p}$  (I. und

II.), wenn wir dieß von seiner Größe der Bewegung vor dem Stoße  $PC = \frac{PpC + PpC}{P + p}$  abziehen, so bleibt zur Größe der Bewegung

nach dem Stoße  $\frac{PpC + PpC - 2PpC + 2Ppc}{P + p} = \frac{PpC - PpC + 2Ppc}{P + p}$ .

Dieser stoßenden  $P$  Geschwindigkeit  $Z$  aber ist  $\frac{PC - pC + 2pc}{P + p}$ ,

$= \frac{(P - p)C + 2pc}{P + p}$ . Wenn nun  $P = p$  ist (4), so wird in den

angeführten Formeln, die den Werth von  $Z$  und  $z$  ausdrücken,  $P + p = 2P$ ,  $P - p = 0$ ; daher wird die erste Formel von  $z$  verwandelt in  $C$ , und die von  $Z$  in  $c$ ; das heißt, die gleichen Gewichte wechseln nach dem Stoße ihre respectiven Geschwindigkeiten (4).

VII) Wenn  $P$  und  $p$  in entgegengesetzter Richtung mit den Geschwindigkeiten  $C$  und  $c$  an einander stoßen, so werden die vorigen Formeln (VI) auch hier ihre Anwendung finden, nur daß  $c$  dem  $C$  entgegen

hohen Meilen in einer Secunde fortzuschleusen, und Umrath den Weg von der Erde zur Sonne (zu dessen Zurücklegung das Licht 81 Monate verbraucht) innerhalb zwey Stunden fünfmal hin und her machen können.

§. 303. Wenn ein elastischer Körper auf einen andern harten unbeweglichen senkrecht stößt, so wird er mit eben der Geschwindigkeit reflectirt, mit welcher er anstieß, und zwar, wie leicht einzusehen ist, in der entgegengesetzten Richtung. Eben dies erfolgt, wenn der ruhende unbewegliche Körper elastisch ist, und ein harter unelastischer auf ihn stößt. Der letztere wird natürlicher Weise ebenfalls mit gleicher Geschwindigkeit nach der entgegengesetzten Richtung zurückgeworfen werden.

Ein Ball springt von der Mauer ab: eine eisenabreinerne Kugel von dem Steine; aber auch eine nicht elastische Kugel von einer gespannten Saure.

§. 304. Wenn ein elastischer Körper auf einen harten ruhenden unbeweglichen, oder auch umgekehrt ein harter auf einen ruhenden unbeweglichen elastischen Körper in schiefer Richtung aufstößt, so wird er wieder in der entgegengesetzten schiefen Richtung zurückgeworfen, und der Reflexionswinkel ist dem Einfallswinkel gleich.

Es sey (Fig. 23.) AB eine harte unbewegliche Fläche, gegen welche ein elast. der Körper in der ersten Direction CD in D aufstößt. Die Bewegung des aufstößenden Körpers kann angetrieben werden, als ob sie aus der Zusammenfügung der Kräfte CA und CB entspringe. Da nun jede Wirkung aus einer der Perpendicularität erfolgt (§. 95), so wird, wenn C in D ansetzt, nur die Kraft CA = FD wirksam seyn können, und nach der entgegengesetzten Richtung dieser Kraft wird der elast. der Körper durch den elastischen Widerstand der Fläche in D einen Einbruch erleiden. Dieser Einbruch stellt sich mit eben der Gewalt wieder her, womit er verursacht wurde, so daß der Stoß gleicher sein ist. Folglich würde der Körper von D nach E wieder zurückgeschickt werden: oder die Kraft CE = DE ist noch anziehend, ist noch nicht überwindet, weil sie keinen Widerstand fand, da sie parallel mit der Fläche ging. Der Körper wird also, wenn in Entfernung des Stoßes in D vorhanden ist, wieder durch jene Kraft getrieben, nehmlich durch DE und EB, und durchläuft also die Triagonale DE des Parallelogramms LLEB.

Der Winkel LDE heist der Einfallswinkel (Angulus incidentiae), der Winkel EDF der Zurückprallungs- oder Reflexionswinkel (Angulus reflectiois). Beide Winkel sind sich gleich, weil in beiden Dreiecken LHD und EDF die Seiten LE und ED den Seiten LH und LD

gleich sind, und der rechte Winkel  $\angle CFD = \angle FED$ ; folglich sind die Dreiecke gleich, und also der Winkel  $\angle CDE = \angle EDF$ .

Beispiele liefert das Abspringen der auf das Wasser oder Eis geworfenen Steine.

§. 305. Von den bisher vorgetragenen Gesetzen des Stoßes zwischen elastischen Körpern und zwischen harten und elastischen Körpern lassen sich Anwendungen auf das Billard machen. Die elisenbeinernen Kugeln sind gegen das Poßter der Wanden der Tafel o's vollkommen hart, und dieses allein ist als elastisch anzusehen: daher wird auch beim Anstoße der Kugel an die Wande der Erfohl so sein, wie er nach §. 303. und 304. sein muß, und die Kugel, die z. B. in der schiefen Direction von  $k$  nach  $D$  (Fig. 42.) anstößt, wird von  $D$  nach  $C$  zurücklaufen, so daß der Winkel  $\angle FDB$  dem Winkel  $\angle EDV$  gleich ist. Von dem Stoße der Bälle unter sich gelten die Gesetze des Stoßes elastischer Körper (§. 299.). Wenn beide Bälle gleiches Gewicht haben, und der stoßende den ruhenden gerade trifft (der volle Stoß), so geht der letztere in der Direction des stoßenden fort, und zwar mit der Geschwindigkeit des stoßenden, der stoßende bleibt aber an der Stelle des gestoßenen ruhig liegen (nach §. 299. Nr. 2.); er bewegt sich hingegen selbst mit minderer Geschwindigkeit noch fort, wenn sein Gewicht größer ist, als das des gestoßenen Balles (nach §. 299. Nr. 3.). Die ungleichartige Elasticität des Elisenbeins und die Reibung auf der Tafel machen, daß der Erfolg nicht ganz der Theorie gemäß geschieht. Auch findet niemals zwischen Bällen von ungleicher Größe ein centraler Stoß Statt, und eben daher wird das Sprengen der Bälle möglich, wenn die Schnelligkeit der stoßenden Kugel groß ist. Wenn (Fig. 9. b.) die stoßende Kugel  $P$  in der schiefen Richtung  $Pc$  an die ruhende  $p$  anstößt, so ziehe man durch den Berührungspunkt  $c$  die Tangente  $cz$ , und durch eben den Berührungspunkt und den Mittelpunkt von  $p$  die Linie  $fd$ . Die Kraft  $Pc$  läßt sich zerlegen in  $Pg$  und  $Pf$ , welche mit  $fd$  und  $cz$  parallel sind. Wenn nun  $P$  in  $c$  anstößt,

so wird  $p$  (nach §. 95.) in der Richtung  $cd$  fortgehen, oder nach  $cd$  geschnitten werden. Es ist aber, um sich nicht zu verlaufen, nöthig, zu wissen, welche Richtung der Ball  $P$  nach vollendetem Stöße haben werde. Er hat nemlich noch die Kraft  $Pf$  übrig, mit der er nach dem Stöße von  $o$  nach  $e$  fortgeht.

„Durch die Reibung am Tische, entsteht auch die Drehung einer kugelförmigen, am Billardische laufenden Kugel, so wie abers haupt der kugelförmige Körper in derselben Bewegung geräth, wenn die Linie, welche durch den Contactpunkt gegen den stoßenden Körper senkrecht auf der Reibungsebene gezogen wird, nicht durch den Mittelpunkt eines dicker Körper geht.“ Kr. 11

§. 306. Wenn ein harter Körper auf einen weichen unbeweglichen stößt, so dringt der stoßende nach seiner vorigen Richtung in den weichen ein, seine Kraft wird aber immer mehr durch den Widerstand der zu verschiedenen Theile des weichen Körpers vermindert, und der einbringende verliert so nach und nach seine Kraft. Uebrigens sind die Erfolge des Stoßes weicher Körper unter einander, wie die der harten.

### Fünftes Hauptst. d.

## Phänomene schwerer liquider Körper.

### §. 307.

Die flüssigen Körper sind zwar den allgemeinen Gesetzen der Schwere unterworfen; allein der eigenthümliche Zustand ihrer Aggregation (§. 273.) macht besondere Bestimmungen nöthig. Wir handeln hier die Erscheinungen ab, welche tropfbare Flüssigkeiten oder liquide Körper ver-

möge ihrer Schwere hervorbringen, ohne uns auf die besondere Natur derselben einzulassen.

„Ueber sämtliche hierher und zum vorigen Hauptstück gehörige Lehren vgl. auch: *L. W. Brandes Lehrbuch der Gesetze des Gleichgewichts fester und flüssiger Körper*. L. Hb. Leipzig. 1817. S. 2.“

„Die Lehre vom Gleichgewichte tropfbarer Flüssigkeiten unter sich und mit festen Körpern, nebst den daher gehörigen Erscheinungen heißt die *Hydrostatik*, die Lehre von der Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten die *Hydrodynamik*, und jener Theil der Maschinenlehre, in welchem diejenigen Maschinen abgehandelt werden, bei denen das Wasser als bewegende Kraft wirkt oder als die zu wältigende Last in Betrachtung zu stehen ist, die *Hydraulik*.“ *Fr.*“

§. 308. Bei den festen Körpern läßt sich wegen der Stärke ihrer Cohäsion ein gemeinschaftlicher Schwerpunkt (§. 273.) annehmen und beweisen; bei einem flüssigen Körper kann man dieß wegen des so äußerst geringen Zusammenhanges seiner Theile nicht thun, und man muß ihn vielmehr als eine Menge von kleinen Theilchen ansehen, die wegen ihres geringen Zusammenhanges unabhängig von einander ihre Schwere äußern, oder wo jedes noch so kleine Theilchen seinen eignen Schwerpunkt hat.

„Es kommen indeß häufig Fälle vor, wo man einer flüssigen Masse einen Schwerpunkt beilegen muß, z. B. wenn man die Lage bestimmen soll, in der ein Gefäß mit Wasser stehen, oder, an einem Roden aufgehängt, in Ruhe bleiben kann. Der Schwerpunkt einer Masse liegt da, wo ein fester, gleichförmig dichter Körper, der mit der flüssigen Masse gleiche Größe und Gestalt hätte, seinen Schwerpunkt haben würde. Die Lage des Schwerpunktes einer flüssigen Masse ist also eben so veränderlich, als ihre Gestalt.“ *Fr.*“

§. 309. Alle tropfbar, flüssigen Körper senken sich das Her jederzeit an den niedern Ort, und nehmen, wenn sie ruhig stehen, jedesmal eine solche Lage an, daß ihre Oberfläche horizontal ist.

§. 310. Ein jeder Theil einer tropfbaren gleichartigen Flüssigkeit wird durch sein eigenes Gewicht und durch den Druck aller übrigen Theile an seinem Orte erhalten, wenn die höchste Fläche eben und waagrecht ist; und es ist also jedes schwere Element desselben in Ruhe und im Gleichgewichte.



§. 311. Jeder Theil in einer gleichartigen tropfbaren Flüssigkeit wird von dem darüber und darunter stehenden Theile eben so stark gedrückt, als er selbst diesen darüber oder darunter stehenden Theil drückt.

§. 312. Aus diesen beiden Sätzen (§. 310. u. 311.) folgt denn auch, daß irgend ein willkürlich angenommener Theil in einer waagrecht stehenden gleichartigen Flüssigkeit, wie z. B. (Fig. 30) der in der Gränze *afg* und *hce* enthaltene Theil derselben, von der darüber und darunter stehenden Flüssigkeit eben so stark gedrückt wird, als er selbst diese darüber und darunter stehende Flüssigkeit drückt. Man setze nun an die Stelle dieser willkürlich angenommenen Gränze eine feste unbiegsame Röhre, die die Flüssigkeit zwischen *afg* und *hce* einschließt, und diese Röhre drücke nicht stärker und nicht schwächer auf die darin enthaltene Flüssigkeit, als vorher die umgebende Flüssigkeit that, in deren Stelle sie geteilt wurde. Die äußere Flüssigkeit kann nun wegfallen, ohne daß der Stand der Flüssigkeit in der Röhre dadurch geändert wird. Dief gilt natürlicher Weise von allen communicirenden Röhren, sie mögen gleich oder ungleich weit, gerade oder krumm, und mannigfaltig gegen einander geneigt seyn.

§. 313. Es folgt hieraus der allgemeine Satz: Gleichartige Flüssigkeiten stehen in zusammenhängenden Röhren von jeder Gestalt, Lage und Weite der Schenkel, in diesen Schenkeln gleich hoch, und sie sind nur dann in diesen Schenkeln im Gleichgewichte und in Ruhe, wenn die Oberflächen der Flüssigkeit in den Schenkeln in einerley waagrechtter Ebene stehen.

Diesen Satz, der sich aus dem im §. 312. §. anstehenden Erfahrungssatze in leichtester Weise ableiten läßt, kann man auch durch das Cartesische Waasser-Kraut nach Mariotte auf die im folgenden §. angeführte Weise darstellen.

Erinnerung wegen des Falles, wenn der eine Schenkel der communicirenden Röhre ein Haarsiebchen ist.

§. 314. Wenn in gleich weiten verbundenen Röhren die Flüssigkeit auf der einen Seite steigen wollte, so müßte

ſie auf der andern Seite in eben der Zeit eben ſo tief fallen, und die flüſſige Materie würde alſo in beiden Röhren eine gleiche Größe der Bewegung haben, weil Geſchwindigkeit und Maſſe einerley wären. Gleiche entgegengeſetzte Größen der Bewegung heben ſich aber auf; und man ſieht alſo leicht, daß die Flügigkeit den waagerechten Stand annehmen müſſe, wenn die Röhren gleich weit ſind. Aber eben ſo leicht läßt es ſich auch bei zuſammenhängenden Röhren von ungleicher Weite beweſen, daß Flügigkeiten von einerley Art darin nicht eher in Ruhe kommen, bis ſie gleich hoch darin ſtehen. Denn ſetzt, die eine Röhre hätte zehnmal ſo viel Grundfläche als die andere, ſo wird in jener die zehnfache Maſſe in eben der Zeit in den einfachen Raum fallen müſſen, in welcher in dieſer die einfache Maſſe den zehnfachen Raum in die Höhe ſtößt. Denn wenn in der weitern die Flügigkeit z. B. um einen Zoll fallen ſollte, ſo müßte ſie in der engern um zehn Zoll ſteigen, und zwar in einerley Zeit. Es ſind alſo hier, und in jedem andern Falle, Maſſen und Geſchwindigkeiten einander umgekehrt proportional: ſelbſtlich haben ſie gleiche Größe der Bewegung, und die gleich entgegengesetzten Kräfte heben ſich auf. Die Flügigkeiten von einerley Art müſſen alſo auch in ungleichen Röhren gleich hoch ſtehen und ſich einander das Gleichgewichte halten.

§. 315. Da alſo wenigſes Waſſer in einem engern Schenkel der Röhre das Gleichgewichte hält mit vielem Waſſer in dem andern weitem Schenkel, ſo iſt leicht einzufehen, daß es auch das Gleichgewicht halten wird mit einem jeden andern Körper, der eben ſo viel Gewicht hat, als das in dem weitem Schenkel enthaltene Waſſer.

Wenn (Fig. 51) in die communirende Röhre ABCD Waſſer geſchüttet wird, ſo wird dieſes Waſſer nur darin ruhig ſtehen, wenn es in beiden Schenkeln gleich hoch iſt, obwohl dieſe Schenkel ungleich weit ſind (S. 35). Wirkt, daß es in dem engern Schenkel AB höher ſteht, ſo wird es auch in dem weitem Schenkel CD bis es in einerley Horizontalebene mit ab ſtehen mißſen: ſonſt iſt kein Gleichgewicht und keine Ruhe da. Die Waſſermaſſe ab hält alle der ungleichen wirkenden Waſſerſäule cd das Gleichgewicht, wenn ihre Oberflä-

nur in einerley Horizontal-Ebene liegen. Wenn nun in dem schiefen Schenkel CD, statt des Wassers von der Höhe ca und der Grundfläche ef, ein leichteres Körper liegt, der an den Wänden des Schenkels eben so leicht ansetzt und abgleitet, als Wasser, und doch genau an der Waage anhängt. so ist leicht zu verstehen, daß, wenn dieser leichte Körper eben so viel wiegt, als das Wasser in dem Räume auct, er das unterhalb ef liegende Wasser nicht stärker und nicht schwächer drücken würde, als vorher das Wasser in cact that. Da nun das Wasser in dem inneren Schenkel AB vorher das Gleichgewicht hielt mit dem Wasser in dem äußeren Schenkel CD, und also auch mit dem in vorstehender Waage, so muß es auch das Gleichgewicht halten mit dem an die Waage des Wassers in cact gesetzten, und gleichgewichtenden festen Körper.

Man sieht leicht, daß es von jeder Seite des Schenkels CD gilt, und daß also sehr wenige Wasser in AB viel mehr wiegt in CD, und folglich mit jedem an die Stelle des Wassers anzuheben und mit demselben gleichgewichtenden Körper, das Gleichgewicht halten kann.

§. 316. Wenn der eine Schenkel der Röhre tiefer abgetrennt ist, als der andere, so wird das Wasser aus dem kürzeren beständig ausfließen, wenn der andere damit höher gefüllt ist, so lange bis die Wasserflächen in beiden gleich hoch stehen. Verstopft man aber den kürzeren Schenkel mit einer engeren Öffnung, so springt das Wasser mit Gewalt daraus in die Höhe, wenn die Wasserfläche in dem längeren Schenkel höher steht. Wenn das hervorströmende Wasser sich nicht in Tropfen zertheilt, so müßte der hervorströmende Wasserstrahl eben so hoch steigen, als die Wasserfläche in der weitem Röhre liegt.

Versuche mit allerlei dergleichen kleinen Spritzbrunnen, und Anwendung auf größere Brunnen.

„Die schönste europäische natürliche (durch Fall getriebene) Sprungquelle ist die zu Wilhelmsthal bei Cassel.“

„Man nennt diese Art Springbrunnen: laufende Quellen, Springbrunnen oder Fontänen du Châtel. Die schönsten artigen Wasserfälle, selten, nur als von Wäldern des Wurfs so hoch stürzen, als sie zuvor stießen, wenn Abhänge an Klippen und Felsen ausfließen, und so, als ob der Luft widerstand nicht entgegen müßte. Für eine Anhebung des kürzeren Schenkels der Wasserleitung, soll die vorteilhafteste Stelle der Öffnung = 12 Fuß sein. Aristoteles, in einer zum Zweck dienenden Stelle behauptet die Öffnung sollen höhere Strahlen als ein halbes oder weniger oder gerade Röhrenden. Es ist außer andern Strahlen geben, die als leicht aufsteigend. Es ist aber auch der Strahlen erhält man durch Nebeneinanderbringung vieler Engstellen.“

§. 317. Wenn communicirende Röhren von gleicher oder ungleicher Weite mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, und

es wird der eine Schenkel abgeschnitten, und die Mündung mit einem Deckel verschlossen, so erleidet dieser Deckel von unten her von dem darunterliegenden Wasser einen Druck, der gleich ist dem Drucke einer Wassersäule, welche diesem Deckel zur Grundfläche, und die Höhe des Wassers in dem längeren Schenkel über dem im kürzern Schenkel zur Höhe hätte. Weniges Wasser kann solchergestalt auch einen sehr großen Druck nach oben ausüben.

Es sey (Fig. 51) bey einer communicirenden Röhre von ungleich weiten Schenkeln der weitere Schenkel  $ED$  in  $CD$  abgekürzt und mit einem genau schließenden festen Deckel an der Mündung  $CD$  verschlossen. Der enger Schenkel  $AB$  sey bis  $a$  mit Wasser gefüllt. Das aus Wasser würde, nach dem vorübergehenden Sagen, das Gleichgewicht halten mit dem Wasser, das in dem weiteren Schenkel  $ED$  bis  $d$  reicht, wenn er das dabey vermindert und mit in  $CD$  mit einem Deckel geschlossen wäre. Dann würde der Wasserdruck in  $CD$  einen Druck erleiden, der dem Gewichte einer Wassersäule gleich wäre, die  $CD$  zur Grundfläche und  $Co$  oder  $Ed$  zur Höhe hätte. So stark aber, wie die Wassersäule in  $CD$  über der Fläche  $CD$  auswärts drückt, so stark muß das Wasser unterhalb der Fläche  $CD$  auswärts drücken: denn sonst wäre kein Gleichgewicht des Wassers in diesem weiten Schenkel mit dem im engen Schenkel, bey gleicher Horizontallage abcd. Wird nun in  $CD$  ein solcher Deckel angenommen, und reicht das Wasser im engern Schenkel bis  $a$ , so wird der Deckel auch von unten her einen Druck erleiden, der gleich ist dem Gewichte einer Wassersäule, die  $CD$  zur Grundfläche und  $Co$  zur Höhe hat.

Dieser Schluß gilt, so weit auch  $CD$  in Vergleichung mit dem engern Schenkel  $AB$  angenommen wird; und man sieht also, daß sehr wenig Wasser in  $AB$  einen sehr großen Druck in  $CD$  nach oben zu ausüben kann.

So bildet auch nach eben diesen Schläffen der obere Theil der Wand of der communicirenden Röhre (Fig. 52), die bis  $a$  mit Wasser angefüllt ist, einen Druck nach unten, der gleich ist dem Drucke einer Wassersäule, welche of zur Grundfläche und ob oder  $fo$  zur Höhe hat.

Dies ist auch der Fall mit jedem andern unregelmäßig gebildeten Gefaße. Es sey (Fig. 53.) Abgesehen ein solches Gefäß im senkrechten Durchschnitte, und es sey bis  $a$  mit Wasser gefüllt und ganz verschlossen sey. Der Theil  $ed$  des Gefäßes wird einen Druck nach oben erleiden, der dem Gewichte der Wassersäule gleich ist, die  $ed$  zur Grundfläche und  $eh$  zur Höhe hat. Denn wenn  $ed$  offen wäre, und eine Röhre nach darüber stände: so würde in derselben das Wasser bis  $h$  stehen, wenn  $ed$  in  $a$  so hoch stände; und die Fläche  $ed$  würde dadurch so stark gedrückt werden, als viele Wassersäule drücken würde, welche auch eben so stark entgegen drücken: so muß einen Druck nach oben zu erleiden, der dem Gewichte einer Wassersäule gleich ist, die  $ed$  zur Grundfläche und  $eh$  oder  $gf$  zur Höhe hat. Endlich die erweiterte Wand  $ab$  leidet einen Druck nach oben, der gleich ist dem Gewichte einer Wassersäule, die  $ab$  zur Grundfläche und  $gh$  zur Höhe hat.



Seitendruck des Wassers zuweihen. Wenn in  $h$  ein eine vollkommen gerade Röhre  $h m p q$  angelegt wäre, und das Stück  $h m$  der Seitenwand wäre weggenommen, so würde die Röhre bis an die Horizontalfäche  $AC$  auch mit Wasser angefüllt seyn müssen, damit dasselbe dem in  $AC$  über ihm das Gleichgewicht hielte. Würde nun das Stück  $h m$  der Seitenwand wieder eingesetzt, so würde es von dem umgebenden Wasser unmittelbar einen Druck erleiden, der dem Drucke einer Wassersäule gleich wäre, die  $h m$  zur Grundfläche und die Höhe von der Mitte zwischen  $h$  und  $m$  bis  $C$  hätte. Denn da  $h$  höher liegt, als  $m$ , so muß  $h m$  entweder unendlich klein, oder es muß die Mitte zwischen  $h$  und  $m$  als der unterste Punkt der Höhe angenommen werden.

§. 323. Dieser Druck des Wassers auf die Seitenflächen eines Gefäßes nimmt von oben in arithmetischer Progression zu. Ist ein cubisches Gefäß mit Wasser ganz angefüllt, so beträgt der Druck des Wassers gegen eine ganze Seitenfläche des Gefäßes halb so viel, als gegen den Boden, und gegen alle vier Flächen noch einmal so viel, als gegen den Boden.

Es sey (Fig. 54.) das cubische Gefäß  $ACBD$  mit Wasser angefüllt, so ist der Druck gegen den Boden gleich dem Drucke einer Wassersäule, die  $BD$  zur Grundfläche und  $BA$  zur Höhe hat (§. 320.); der Druck gegen die Seitenwand  $AB$  aber ist gleich dem Drucke einer Wassersäule, die  $AB$  zur Grundfläche und  $\frac{1}{2}AB$  zur Höhe hat (§. 322. Anm.); folglich ist dieser Druck gegen  $AB$  halb so groß, als gegen  $BD$ .

§. 324. Auf diesen Seitendruck der tropfbaren Flüssigkeiten und die Zunahme desselben, so wie die Tiefe gegen den Boden zu zunimmt, gründen sich eben die im 321. §. angeführte Erfahrung und andere Phänomene.

- 1) S e g n e z s hydraulische Maschine, die durch den Seitendruck des Wassers in Bewegung gesetzt wird.
- 2) In eine offene Glasröhre, an deren untere Oeffnung eine mit einer Flüssigkeit gefüllte Blase gebunden ist, steigt diese Flüssigkeit in die Höhe, wenn die Blase und Röhre in Wasser getaucht werden, und steigt desto höher, je tiefer sie getaucht werden.
- 3) Eine leere verstopfte, dünne, gläserne Flasche mit platten Seitenflächen, zerbricht durch den Seitendruck des Wassers, wenn man sie tief in dasselbe taucht.

„Seine geringen Zusammenrückheit ohnachtet, muß hiernach das Wasser in beträchtlichen Theilen notwendig darüber stehen, als es allein seiner Oberflache.“  
Kr

§. 325. Aus allen bisher vorgetragenen Sätzen folgt nun, daß eine tropfbare Flüssigkeit unterhalb ihrer Oberfläche nach allen möglichen Richtungen drückt, nach oben (§. 317.), nach unten (§. 318.) und zur Seite (§. 322.).

§. 326. Wenn eine Flüssigkeit schwererer Art auf eine andere Flüssigkeit leichterer Art (mit der sie sich nicht chemisch verbindet, oder von der sie nicht aufgelöst wird), gegossen wird, so ist, der Erfahrung zu Folge, kein Zweifel, daß sie die untere aus ihrer Stelle verdrängen wird, oder daß diese, ehe alles in Ruhe gekommen ist, in den obern Theil des Gefäßes von der schwerern wird hinaufgedrückt werden. Allein, wenn man eine schwere flüssige Materie auf eine andere leichtere so gießen könnte, daß beide der Oberflächen vollkommen waagerecht blieben, so ist kein Grund vorhanden, warum die schwerere nach unten zu gehen sollte: denn sie würde in allen Punkten gleich stark drücken, und die untere leichtere Flüssigkeit könnte also in keinem Punkte nach oben zu ausweichen, und wegen des Gefäßes auch nicht nach den übrigen Seiten zu.

§. 327. Wenn man aber der schwerern flüssigen Körper zu dem leichtern schüttet, so kann dieß nie in der Art geschehen, daß die Oberflächen horizontal bleiben. Wegen des stärkern Drucks der schwerern Säulen der schwerern Flüssigkeit muß also der leichtere zur Seite emporgehoben werden, und sich über den schwerern ergießen; und es erfolgt nicht eher Ruhe und Gleichgewicht der Theile, bis der leichtere nach oben zu steht, und jede Flüssigkeit eine horizontale Fläche erhalten hat.

§. 328. So steigen also leichtere Flüssigkeiten durch schwerere (von denen sie nicht, oder doch nicht gleich aufgelöst werden) in die Höhe, und stellen sich endlich nach ihrem verschiedenen eigenthümlichen Gewichte so über einander, daß jede eine horizontale Oberfläche hat.



Bemerkte: an der bekannten Elementarwelt aus Quecksilber; an der Bestimmung des Gewichtes halt in Wasser, Wein und Spiritus; an dem Passiren, oder der scheinbaren Verwandung des Wassers in Wein.

§. 329. Wenn zusammenhängende Röhren mit Flüssigkeiten von verschiedener Art und verschiedenem eigenthümlichen Gewichte angefüllt werden, so wird die schwerere Säule, die bey gleichem Rauminhalte mehr Gewicht hat, stärker drücken, - als die andere. Wenn sie aber im Gleichgewichte gegen einander seyn sollen, so müssen ihre Gewichte gleich groß seyn. Es wird also die flüssige Materie leichterer Art so vielmal höher stehen, als die von schwererer Art, so vielmal die letztere die erstere an specifischem Gewichte übertrifft; oder: Der senkrechte Druck der Flüssigkeiten von verschiedenem eigenthümlichen Gewichte gegen einander ist im Verhältnisse ihrer specifischen Gewichte; und sie stehen in zusammenhängenden Röhren im Gleichgewichte, wenn ihre Höhen sich umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten.

Bestimmung durch Versuche in zusammenhängenden Röhren mit Quecksilber und Wasser.

„Auch gründet sich Scammaner'ss Barometer, vormal Richter'ss barge Aqum. l. d. Werke n. d. Vorl. n. l. 3 B. S. 42 u. f. Dem Bedachte d. d. so genau schmecken und so leicht auszubaren Anordnungen, steht die letzte Gewohnheit zulaufende Veranschaulichung der Abhandlung, der verich. ebenen Flüssigkeiten gegen das anstehende geite aus der Röhre en gegen. 32.

§. 330. Eben dieß erfolgt, wenn auch die Röhren nicht gleich weit sind. — Man kann also leicht die Höhen zweier flüssigen Körper von verschiedenem eigenthümlichen Gewichte, die sie in zusammenhängenden Röhren haben, bestimmen, wenn man nur das Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte weiß; und so kann man aus der Höhe einer Flüssigkeit gegen das Wasser den Unterschied des eigenthümlichen Gewichtes oder der Dichtigkeit zwischen beiden finden. Wegen des verschiedenen Cohärens der Flüssigkeiten mit den Gefäßen ist indessen diese Bestimmung n. d. r. genau und sehr genug.

§. 331. Ein fester Körper schwererer Art sinkt in einem flüssigen leichteren Art unter. Denn wir können uns vorstellen, daß die Flüssigkeit aus lauter neben einander befindlichen Wassersäulen bestehe, die dann im Gleichgewichte gegen einander sind, wenn ihre Oberflächen in einerlei Horizontalebene liegen. Wird nun ein fester schwerer Körper darauf gelegt, so nimmt natürlicher Weise dieser Druck der unter ihm befindlichen Wassersäule durch sein eigenes Gewicht zu; die Wassersäulen zur Seite müssen also in die Höhe steigen, um das Gleichgewicht hervorzubringen, und sie müssen höher steigen, als die Horizontal-Ebene in der Oberfläche des festen schweren Körpers beträgt (nach §. 329.). Da aber der Druck des Wassers auch seitwärts Statt findet, so steigen diese höher gestiegenen Wassersäulen zur Seite über den tiefer liegenden festen Körper her: dadurch wird das Gleichgewicht natürlicher Weise immer wieder aufgehoben, und der feste schwere Körper sinkt bis auf den Boden des Gefäßes hinab; und dann setzt sich erst das Wasser ins Gleichgewicht, oder nimmt eine horizontale Oberfläche an.

Wie die Kiste auf der Wasseroberfläche von einem darauf gestecktem Steine calst den.

„Das Wasser in solcher Richtung gegen Wasserflächen gehen wo schwerer ist, als der sich anstrengung auf die im Wasser vorhandene und größer liegende Luft, und die Elasticität des Wassers.“

§. 332. Wenn der schwerere feste Körper in den leichtern flüssigen eingetaucht wird, so sinkt er darin nicht mit seiner ganzen Kraft der Schwere. Denn an dem Orte, wozu er jetzt eingetaucht ist, war vorher so viel Wasser, als in den Raum des festen Körpers geht; und das ganze Gewicht dieses Wassers wurde von der übrigen Flüssigkeit getragen (§. 310.). Es wird also auch durch den Gegenstand der Flüssigkeit von dem absoluten Gewichte oder von der Größe des Druckes des schwereren festen Körpers so viel aufgehoben und gewissermaßen vernichtet, als das absolute Gewicht oder die Größe des Druckes eines eben so großen

Wasserkumpen beträgt. Er sinkt daher nicht mit seiner ganzen Kraft oder seinem ganzen Gewichte, sondern nur mit dem Theile, welcher übrig bleibt, wenn man von seinem absoluten Gewichte das absolute Gewicht eines eben so großen Wasserkumpen abzieht. Diesen übrig bleibenden Theil seines Druckes nennt man sein respectives Gewicht (*Pondus respectivum*).

Vom Sage der Alten: *Liquida non gravitant in propriis locis*.

Warum ein Eimer voll Wasser, den man aus einem Brunnen zieht, sich leicht heben läßt, wenn er noch unter dem Wasser ist, und erst dann sein völliges Gewicht zeigt, wenn er außer dem Wasser ist.

§ 333. Ein fester Körper schwererer Art sinkt daher in einem flüssigen leichteren Art mit seinem respectiven Gewichte (§. 332.) zu Boden, und verliert, wenn er darein versenkt wird, so viel von seinem absoluten Gewichte, als der flüssige Körper wiegt, der seinen Raum erfüllen würde, und den er aus der Stelle treibt.

Bestätigung durch Versuche: Ein metallener Würfel, der an einem Pferdehaar an einer Waage hängt, wird im Wasser gewogen, und er braucht so viel weniger Gegengewicht, als vorher in der Luft, um im Gleichgewichte erhalten zu werden, als das Wasser wiegt, welches mit dem Würfel von gleichem Umfange ist, oder welches in einen Eimer geht, worin der Würfel genau paßt.

§. 334. Schwere feste Körper von gleichem Volumen verlieren in einerley leichtern flüssigen Körper gleiche Summen von ihrem absoluten Gewichte, ihr eigenthümliches Gewicht mag verschieden oder einerley seyn. Ihr respectives Gewicht, welches übrig bleibt, ist aber freylich nach Verhältniß ihres eigenthümlichen Gewichts verschieden.

Bestätigung durch Versuche mit einem zinnernen und einem bleernen Würfel, deren jeder einen rheinl. Decimal - Cubitzoll groß ist, und die gleich viel in einer Flüssigkeit verlieren, aber ungleiches respectives Gewicht übrig behalten, mit dem sie zu sinken streben.

§. 335. Von schweren festen Körpern von ungleichem Rauminhalte und einerley absolutem Gewichte verliert der größere Körper mehr, als der kleinere; oder, welches einer-

ley ist, der, welcher das größere eigenthümliche Gewicht hat, verliert weniger, als der, welcher das geringere besitzt.

Versicherung durch Versuche mit einer eisenbeinernen Kugel und einer Pflanzkugel, die beide gleich viel wiegen, aber una sich viel beim Wasse fernhalten verlieren. Die größere eisenbeinernen Kugel verliert mehr, als die kleinere Pflanzkugel.

§ 336. Einerley fester Körper verliert in leichtern Flüssigkeiten von verschiedenem eigenthümlichen Gewichte una gleich viel von seinem absoluten Gewichte; in den dichtern oder schwerern mehr, als in den dünnern oder leichtern. Die Gewichtsverluste verhalten sich wie die eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeiten.

Versuche mit Salzsaale, Wasser, Wein, Bergaest, u. dergl., worin derselben fester Körper una sich viel verliert.

Anwendung hiervon auf Flüssigkeiten derselben Art, die eine verschiedene Wärme haben.

§ 337. Ueberhaupt verhalten sich die Gewichtsverluste fester Körper in Flüssigkeiten, worin sie sich eintauchen, wie die Producte aus ihrem Volum mit dem eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeit.

§ 338. Ein fester Körper, welcher mit einer Flüssigkeit gleiches eigenthümliches Gewicht hat, muß in derselben nothwendig sein ganzes Gewicht verlieren, und sein respectives Gewicht (§. 332.) wird also  $= 0$  seyn. Er wird also, in die Flüssigkeit versenkt, weder sinken noch steigen, sondern ruhig schweben.

Versuche mit einem Ene, das in reinem Wasser faßt, in Salzsaale schwimmt, in der Vermischung von beidem nach einem richtigen Verhältnisse aber schwebt.

§ 339. Die flüssige Materie, worin ein fester Körper gehängt wird, nimmt in ihrem Drucke nach unten um so viel zu, als der feste Körper davon verliert, oder als die flüssige Materie wiegt, die in dem Raum geht, welchen der Körper einnimmt.

Versuch: Ein unvollkommener Würfel von der Größe eines Cub. Fußes wird an einem Seile d. nach in Wasser a. halten, das in einem Zirkel auf einer Waagschale steht und an der Waage ins Gewicht gebracht.

gedrückt wor. Das Gleichgewicht wird gestört, und das Wasser drückt nun die Blase harder um so viel harder, als es drücken würde, wenn es in das Subst. d. Wasser hineinkäme. Der Faden hat nur noch das respective Gewicht des Wassers zu tragen.

1. Es versteht sich, daß der Faden geschnitten gehalten werden muß, so daß der Wurfel im Wasser schwebt, sonst wird das Gewicht am Ende des Gewichtes des Wurfels zunehmen. 3)

§. 340. Das Gewicht, welches der schwere feste Körper an Wasser verliert (§. 332), geht also nicht verloren, sondern wird vom Wasser gewonnen. Es ist nehmen sich jetzt eben so gut, als ob noch so viel Wasser hineinkäme, als in das Volumen des festen Körpers geht; und die Höhe der Flüssigkeit nimmt um so viel in dem Gefäße zu, als sie zunehmen würde, wenn eben so viel Wasser dem Raume nach hineinkäme. Mit der Zunahme der Höhe bei gleicher Grundfläche der Flüssigkeit wächst aber auch der Druck gegen den Boden.

§. 341. Ein fester Körper leichterer Art wiegt weniger, als die flüssige Materie schwererer Art, die mit ihm gleichen Raum erfüllt (§. 211.). Es ist daher schieders dings unmöglich, daß er darin unterstinken sollte, weil der Klumpen der flüssigen Materie, den er aus der Stelle treiben müßte, stärker drückt, als er selbst, und er muß also darauf schwimmen. Wird aber der leichtere feste Körper auf die Oberfläche der flüssigen Materie gelegt, so muß er sich darein so tief eintauchen, bis die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit ihm am Gewichte gleich ist. Denn, wenn man ihn auf die Flüssigkeit setzt, so drückt er doch vermöge seines eigenen Gewichtes auf die unter ihm stehende Säule der Flüssigkeit, und das Gewicht dieser Säule wird dadurch vermehrt; sie senkt sich also so tief ein, bis sie die Höhe hat, daß sie mit dem darauf liegenden festen Körper das Gleichgewicht mit den benachbarten Säulen der Flüssigkeit hält. Wer sieht also nicht, daß der feste Körper eintauchen müsse, und zwar so tief, bis das aus der Stelle getriebene Wasser eben so viel wiegt, als der ganze Körper?

§. 342. Der eingetauchte Theil des schwimmenden Körpers verhält sich zum Ganzen wie das eigenthümliche Gewicht des schwimmenden Körpers zu dem der Flüssigkeit.

§. 343. Wenn zwei schwimmende Körper von gleichem oder verschiedenem eigenthümlichen Gewichte einerley absolutes Gewicht haben, so werden sie sich beide gleich tief in einerley Flüssigkeit eintauchen.

Dieser Satz folgt unmittelbar aus §. 342.

§. 344. Ein fester Körper von größerm eigenthümlichen Gewichte muß sich bey diesem Schwimmen in einerley Flüssigkeit tiefer eintauchen, als ein anderer leichterer. Die Größen der eingetauchten Theile werden sich verhalten wie die eigenthümlichen Gewichte der festen Körper, wenn diese gleiche Volumina haben. Ferner, einerley fester Körper muß sich desto tiefer eintauchen, je leichter die Flüssigkeit ist, worin er schwimmt; und die eingetauchten Theile müssen sich umgekehrt verhalten wie die eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeit.

Bestätigt durch Versuche mit gleichen Würfeln von verschiedenem Holzarten, die alle so sich leichter sind, als Wasser, oder von verschiedenen festen, ebenen Platten, die sich in einerley Wasser ungleich tief bey dem Schwimmen eintauchen.

Versuche mit einem und demselben Würfel von Holz, der sich in Wein oder tiefer eintaucht, als im Wasser, und in dieses tiefer, als in Salzwasser.

Versuche mit hohlen Glasbällen, die mit Blei beschwert sind und in Salzwasser schwimmen, oder im Wasser sinken, oder im Wasser schwimmen, und in Salzwasser sinken.

Anwendung davon auf das Schwimmen eines Schiffes in festem Wasser und im Seewasser.

§. 345. Man kann aus diesem Grunde die eigenthümlichen Gewichte verschiedener flüssigen Körper (stetlich nicht mit der größten Genauigkeit) gegen einander vergleichen, wenn man einerley leichtern festen Körper von einer bequemen Gestalt darin schwimmen läßt, und den Unterschied der Taufe bemerkt, um welche er sich eintaucht. Wie sich verhalten die Umfänge des eingetauchten Theils, so verhalten sich die eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeiten umgekehrt.

§. 346. Wenn das absolute Gewicht eines bestimmten cubischen Inhaltes, z. B. eines Cubikfußes, Cubikfußes u. dergl., der Flüssigkeit, und der cubische Inhalt des eingetauchten Theils des schwimmenden Körpers bekannt ist, so läßt sich das absolute Gewicht des ganzen schwimmenden Körpers daraus bestimmen. Es ist nemlich das absolute Gewicht des schwimmenden Körpers ( $P$ ) gleich der Größe des eingetauchten Theiles ( $I$ ), mit dem absoluten Gewichte ( $R$ ) des bestimmten cubischen Inhaltes der Flüssigkeit multiplicirt.

Es ist also  $P = IR$ .

Es sey z. B. die Größe des eingetauchten Theiles des in Wasser schwimmenden Körpers 10 Cubikfuß (berliner, oder sogenannte rheinländische), und das Gewicht eines Cubikfußes Wasser 888 Gran deutsches M. Gew., so ist das absolute Gewicht des schwimmenden Körpers 8880 Gran. Der ganze Satz ist eine natürliche Folge von §. 341.

§. 347. Wenn ferner das absolute Gewicht eines bestimmten cubischen Inhaltes der Flüssigkeit und das absolute Gewicht des schwimmenden Körpers bekannt ist, so läßt sich die Größe des eingetauchten Theiles des letztern finden. Diese ist nemlich gleich dem absoluten Gewichte des schwimmenden Körpers, durch das absolute Gewicht des bestimmten cubischen Inhaltes der Flüssigkeit dividirt.

Oder es ist  $I = \frac{P}{R}$ .

Es sey das Gewicht eines Schiffes mit der Ladung, oder die Last mehrerer verbundenen Pontons, 1000 Centner (berliner), so ist das Volum Wasser, das dadurch bey dem Schwimmen aus der Stelle gedrängt wird, oder, welches einerley ist, das Volum, um welches sich der schwimmende Körper eintaucht, so groß als das Volum, welches 1000 Centner Wasser einnehmen. Wenn nun 1 (berliner) Cubikfuß Wasser 66 (berl.) Pfund wiegt, so ist die Größe des eingetauchten

Theils  $= \frac{110000}{66} = 1666\frac{2}{3}$  (berl.) Cubikfuß.

§. 348. Wenn ein fester Körper auf einer Flüssigkeit schwimmen soll, so ist gerade nicht nöthig, daß alle seine Theile ein geringeres eigenthümliches Gewicht haben, als die Flüssigkeit; sondern es ist nur nöthig, daß die Materie in dem ganzen Volum des Körpers nicht so viel wiegt, als



ein gleich großes Volum der Flüssigkeit. Es können daher sehr wohl schwerere feste Körper in leichtern Flüssigkeiten zum Schwimmen gebracht werden, wenn sie inwendig hohl gemacht, oder mit andern ungleichartigen verbunden werden, die specifisch leichter sind, als die Flüssigkeit, in dem Maße, daß das Volum dieser Verbindung nicht so viel wiegt, als ein eben so großes Volum, das mit der Flüssigkeit erfüllt ist.

Hierauf beruht das Schwimmen beladener Schiffe, der Menschen auf Vögeln, auf Schwammarten, Korken u. dergl.: der Leichen so mus der Auftrieb und Niederkunft der Fische im Wasser, die Art, Schiffe in leichte Hafen zu kuriren, das Emportommen der Leichname etc. u. dergl.: das Schwimmen metallener und z. Th. anderer Körper, der Vögel, der Menschen, u. dergl.

#### Die Carthaginischen Teufelsfische.

Nach diesem bisher erwähnten Schwimmen der festen Körper auf specifisch leichten Flüssigkeiten, dem *Immersione* s. 130, oder dem *französischen* s. 131, ist das *flutire* und *Nager*, oder das Schwimmen wie bei Menschen und Thiere auf Wasser, durch die eigene Bewegung, zu unterscheiden. Diese letztere Art des Schwimmens beruht auf dem Widerstande, welchen die Thiere der Flüssigkeit des wahren Widerstandes aus der Stelle entgegennehmen: und so schwimmen die Vögel in der specifisch leichtern Luft, dadurch, daß sie mit ihrem Flügel die Luft abdrücken, schneller schweben, als diese auszuweichen im Stande sind. Eben so auf beruht der Mechanismus des Schwimmens der Menschen und vierfüßigen Thiere im Wasser. Daß die letztern leichter schwimmen, als die Menschen, hat sich schon in der That aus ihres Kopfes und dem Ligamenten nachsehen lassen, wodurch sie nicht genöthigt werden, einen Theil ihrer Identität dahin zu verwenden, wobei ihn der Mensch verwenden muß, nehmlich den Kopf aus dem Wasser bei der horizontalen Lage des Körpers hervorstreckend zu machen. — Uebrigens läßt sich leicht beweisen, daß der Mensch zwar in seinem Vermögen mit die Naturkraft besitzt, die nöthig wäre, um sich von der unterirdischen Schwammigkeit zu schwingen, um damit in der Luft fliegen zu können.

Der Körper der Menschen ist specifisch specifisch schwerer, als Wasser. Nach M. L. Berthollet (introd. ad phil. nat. T. II. §. 133) ist sein specifisches Gewicht gegen das des Wassers wie 1,011 zu 1,000; oder ein gleiches Volum Wasser wiegt 1 weniger, als der Körper des Menschen. Wenn jedoch etwas des Schwimmens nach der Mensch nicht sein ganzes absolutes Gewicht im Wasser emporzuheben, sondern nur sein specifisches Gewicht, oder diesen Ueberschuß seines absoluten Gewichts über das absolute Gewicht eines eben so großen Wasservolums, als er aus der See herausragt, abzuheben zu dem Vermögen des Thiers von ihm, der noch hervorragt.

Da sich beim Hinaustragen ins Wasser die Lage des Schwimmers des Körpers nach oben in den Theil des Körpers hebt, der noch übertrifft, so wird dadurch die Gefahr des Umschlagens im Wasser gar

sehr vermehrt, wenn man nur bis an den Hals oder bis an die Brust im Wasser geht. Auf diesen Umstand mußte beim Baden in der That sehr Rücksicht genommen werden; und Personen, die nicht schwimmen können, mußten sich nur an festen Stellen sitzend oder liegend haben. Man lese hierüber einen Aufsatz des Hrn. Doct. Ebell im Neuen harnoverschen Magazin 1790. St. 80.

„Vergl. §. 281 No. 5.

2r.“

Beispiele von Menschen, die meist eben so schwer als Wasser, und meist noch leichter als dasselbe waren, siehe man den Robertson (in den *Philosoph. Transact.* Vol. 1. S. 90.). Das Beispiel von Paolo Morcia, der zwar 300 neapolitanische Pfund wog, und doch noch 30 Pfund leichter war, als ein eben so großes Volume Wasser, erzählt Barthe (Lehrbegriff der gesammten Mathematik, Theil III. Hydrostatik, §. 51.)

§. 349. Die Kräfte, mit welchen gleich große feste Körper von schwererer Art in einer specifisch leichtern Flüssigkeit zu Boden sinken, verhalten sich wie ihre respectiven Gewichte (§. 334.); und die Kräfte, mit welchen verschiedene specifisch leichtere feste Körper von gleichem Umfange in einer specifisch schwerern Flüssigkeit emporsteigen, verhalten sich wie die Differenzen des Gewichts der festen Körper und der flüssigen Materie, die aus der Stelle getrieben wird. Das Aufsteigen und das Niedersinken würde mit gleichförmiger Beschleunigung geschehen, wenn die Flüssigkeit der Bewegung keinen Widerstand leistete.

Vorermertung des Herausgebers zu §. 350—367.

„Die hier beschriebenen Methoden, das specifische Gewicht fester und tropfbarer Körper zu finden, sind in besondern Fällen nicht unbrauchbar; doch verdient die Methode, in Gläsern mit engetriebenen Glasstäben abzumessen, im Allgemeinen bey weitem den Vorzug, und dieß eben so sehr wegen ihrer Einfachheit und leichten Ausführbarkeit, als wegen der großen Genauigkeit, welche sie gewährt. Besonders macht sie auch alle Aräometer, in so fern man dadurch specifische Gewichte bestimmen will, überflüssig. Man sehe §. 1. des 1. Theils des Lehrbuchs der mechanischen Naturlehre. Berlin 1805. Kap. 22.  
§.“

§. 350. Die schönste Anwendung finden die bisher vorgetragenen Sätze von dem Drucke der tropfbar, flüssigen Körper auf feste in sie eingetauchte (§. 332. ff.) an dem darauf sich gründenden Verfahren, das eigenthümliche Gewicht fester und flüssiger Körper unter einander zu vergleichen.

Das vorzüglichste Werkzeug hierzu ist die hydrostatische Waage, die sich eigentlich von einer gewöhnlichen Waage nur durch ihre größere Empfindlichkeit auszeichnet, sonst aber zu der Absicht, feste oder flüssige Körper damit in flüssiger Materie abzumägen, eine eigenthümliche bequemere Einrichtung haben muß.

§. 351. Zur Vergleichung des eigenthümlichen Gewichtes mehrerer Körper unter einander muß man das eigenthümliche Gewicht irgend eines Körpers zur Einheit annehmen. Man wählt dazu am bequemsten reines destillirtes Regen- oder Schmelzwasser, dessen Temperatur man aber nothwendig, so wie der andern zu untersuchenden Körper, bestimmen muß, weil sich die Dichtigkeit der Körper wie im Folgenden weiter dargestellt werden muß, nach der verschiedenen Temperatur sehr verändert.

*Man hat Erfahrung gemacht, wenn das Aufhängen der festen Körper an die hydrostatische Waage. Man wählt dazu Destillat, weil es eigenthümlich das Gewicht von dem des Wassers nicht sehr verschieden ist.*

§. 352. Um das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes verschiedener flüssiger Körper gegen reines Wasser zu finden, bringt man einen festen Körper (einen solchen, der von den Flüssigkeiten nicht angegriffen oder aufgelöst wird, am besten eine massive Glasugel) erst an der hydrostatischen Waage hängend ins genaueste Waichgewicht, versenkt ihn dann in das Wasser, merkt genau den Verlust, welchen er an seinem absoluten Gewichte erlidet, trocknet ihn dann wieder gehörig ab, und bestimmt mit gleicher Sorgfalt den Verlust, welchen er in den andern zu untersuchenden Flüssigkeiten erleidet. Das Gewicht, das ein und eben derselbe feste Körper in einer jeden andern flüssigen Materie verliert, durch das Gewicht, welches er im Wasser verliert, gibt das eigenthümliche Gewicht der flüssigen Materie gegen das zur Einheit angenommene eigenthümliche Gewicht des reinen Wassers.

*Man findet nemlich durch dieses Verfahren das absolute Gewicht der nach einem Flüssigkeiten und des reinen Wassers, bey gleichem Volumen, nemlich bey dem Volumen des eingetauchten festen Körpers; oder*

finde dann genau den Verlust, den er ins Wasser versenkt findet. Sein absolutes Gewicht, durch das dividirt, das er im Wasser verliert, giebt das Verhältniß seines eigenthümlichen Gewichtes gegen das zur Einheit angenommene des Wassers.

• Wenn Abwieser sehr man dahin, das Wasser, Luft, und der zu bestimmende Körper einerley Wärme haben, und bey der Bestimmung des absoluten Gewichtes verachte man nicht Barometere Druck und Thermometerstand in Betrachtung zu nehmen. Es wirkt auf das Gewicht der Luft, welche durch den zu wägenden Körper und den Raum davor eben wird (und die dabei dessen Gewicht um so viel mindert, als sie sich erweicht) Einfluß haben. Folgende zur Vergleichung dieses Einflusses, entlehnt Coulton in Gilbert's Ann. 11. VII. S. 261.

2r."

§. 355. Körper, welche sich im Wasser auflösen lassen, wiegt man entweder im stärksten Weingeiste oder in Terpentinöl ab, auf eben die Art, wie im Wasser. Weiß man nun das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes dieser Flüssigkeiten gegen das eigenthümliche Gewicht des Wassers (das man nach §. 352 suchen kann), so kann man auch leicht das eigenthümliche Gewicht des festen Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Wassers durch Rechnung finden.

§. 356. Um kleine Stücke oder ein grobes Pulver von einem Körper, dessen eigenthümliches Gewicht größer ist, als das des Wassers, in Rücksicht des Verhältnisses dieser eigenthümlichen Gewichte zu untersuchen, kann man so verfahren. Man bringe eine kleine gläserne Flasche, die rechte trocken ist, an der hydrostatischen Waage ins Gleichgewicht, thue den festen Stoff hinein, merke sein absolutes Gewicht, fülle das Gefäß mit destillirtem Wasser voll, bemerke das Gewicht von beidem zusammen, und ziehe von der Summe das Gewicht der festen Masse ab: der Rest giebt das Gewicht des Wassers an. Man leere die gläserne Flasche aus, reinige sie, fülle sie wieder mit destillirtem Wasser eben so hoch an, wie vorher, und bestimme das Gewicht des Wassers. Dieses Gewicht des Wassers von dem Gewichte des Wassers bey der ersten Operation abge-

Meter enthält, das Grundmaß. Nach J. van Swinden (Verhandlung over volmaakte Maaten en Weegten L. en II. Deel, te Amsterdam, by P. den Hengst 1802. I. S. 51.) ist zwar der Ursprung der ebenländischen Maße unbekannt, die Standarte aber Rinde oder ein ländlicher Zeit in der Mauer des Rathhauses zu Leiden befestigt, und aus einem eisernen Stabe mit zwei hervorragenden Enden, runder Fläche, der zufolge der ebenländische Fuß 12,755 pariser Lin. hält, ist nach van Swinden (II. S. 519) zu groß, weil sein pariser Fuß zu kurz gewesen und nur 12,703 pariser Lin. enthalten hat. Van Swinden setzt hiernach den ebenl. Fuß = 120, 115 pariser Lin. — Nach Krümmen ist der ebenländ. Fuß = 127, 1035 pariser Lin., oder = 0,25, 4 Meter, oder = 0,251152 pariser Fuß, oder 11 ebenländ. Fuß verwechseln sich genau mit 11 Preussischen. Das Preussische Pfund 360, nach der Messung, und Gleichvertheilung, mit dem Gewicht des trocknen und sechs hundert Jahre alten kubitruhen des trocknen Meeres, im alt ägypt. Museum, bei einer Temperatur von fünfzehn Grad Celsius unter dem Kommen. Ein pr. Kubitruhe enthält 1723 Kub. Lin., und das Gewicht eines pr. Kubitruhes des im leeren Räume suspendierten destillierten Wassers von 5° R., d. i. von einer Temperatur, bei welcher das Wasser die größte Dichte hat, beträgt 17, 1411418 Gramm oder 1723, 075 preuss. Loth (deren 32 auf ein Handl. 1000, Gold oder Silber zum Pfund, und 24 auf ein Medicinal-Pfund arden) Gilpin's Versuchen zu Folge verändert sich das specif. Gewicht und die Dichte des Wassers, von der Temperatur des schmelzenden Eis bis an bis hinauf zu 51° R. oder 59,7 F. nicht merkend, und von hier aus sich merkend, in folgenden Verhältnissen:

Temperatur des Wassers	Specif. Gewicht des Wassers	Vertrag des Abnehmens von der größten Dichte.
0° R. = 32 F.	0,999875	0,000125
5° — 40	1,000000	—
10° — 44	0,999913	0,000087
15° — 50	0,999774	0,000226
20° — 55	0,999561	0,000439
25° — 60	0,999275	0,000725

Vom 1sten bis zum 20° R., schwächen die Dichtestellen des Wassers, in Folge n. b. Tafel (vergl. S. 13) der unten erwähnten Kältemessungen Schritt) regelmäßig abnehmend fort und man findet daher nach der Lehre von Einhalten (vergl. Klug's mathem. Metaph. II. 14) für das specif. Gewicht des destillierten Wassers im luftleeren Räume, bei 15° R. die Zahl 0,999774; in ihm ist das Eigengewicht des einer Temperatur von 15° R. = dem Punkte der größten Kubitruhe gleich, im leeren Räume suspendierten Wassers, d. i. 17, 5411418, 0997743 = 1723, 075 preuss. Loth. — Siehe Krümmen's Vergleichungen der in den Preussischen Staaten eingeführten Maße und Gewichte. Berlin 1780 und dessen Nachtrag u. Berlin 1817. — In Schwes's Lehrb. d. mechan. Naturlehre. Berlin 1804. S. 140 f. R.

§. 354. Um das eigenthümliche Gewicht schwerer fester Körper gegen das Wasser zu vergleichen, bringe man den Körper zuerst in der Luft ins Gleichgewicht, und be-

hältniß des eigenthümlichen Gewichts des leichtern festen Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Wassers.

§. 359. Wenn der Körper aus mehreren mit einander verbundenen Materien von ungleichem eigenthümlichen Gewichte besteht, so erfährt man durch das Wassermägen nur das mittelere specifische Gewicht, oder dasjenige, welches aus der gleichförmigen Vertheilung der aggregirten Stoffe in dem Inbegriffe des Körpers entspringen würde. So kann auch ein Körper seinem ganzen Volum nach ein geringeres eigenthümliches Gewicht haben, als Wasser, und in seinen eigentlichen Theilen doch ein größeres, wie es z. B. bey Holz, Holzbohlen, wegen der Luft, die sie eingeschlossen enthalten, der Fall ist.

§. 360. Eine andere Methode, die specifischen Gewichte tropfbar-flüssiger Dinge zu bestimmen, giebt der Gebrauch der hydrostatischen Senkwaage, Baryllien, oder Aräometer (*Aræomitra*, *Hydrometra*), die man auch für besondere Fälle Salzwaagen, Bierwaagen, Branntweinwaagen u. nennt. Man hat davon zweyerley Gestaltungen: mit beständigem und mit veränderlichem Gewichte. Jene nennt man auch Aräometer mit Scalen.

„Aräometer oder Leuchtglasmesser, entstammt dem Worte *αράω* leucht, *μετράω* mäßig.“

§. 361. Aräometer mit unveränderlichem Gewichte (§. 360.) bestehen aus einer Röhre CD (Fig. 127. Taf. XIII.), die unten mit einem hohlen Gefäße AIB zusammenhängt, worin so viel Gewicht, oder besser, Quecksilber sich befindet, daß das Werkzeug sich in der einen oder der andern Art von liquiden Flüssigkeiten bis auf eine gewisse Tiefe senke. Das ganze Gewicht dieser Senkwaage darf nicht so groß seyn, als das Gewicht eines eben so großen Rauminhalts der leichtesten unter den tropfbar-flüssigen Materien, deren eigenthümliches Gewicht dadurch noch erforscht werden soll, damit sie darin nicht ganz unterfinke. Der Hals der Senkwaage wird in Grade CH, HN, NP, PQ abgetheilt; die



zogen, giebt im Reste das Gewicht des Wassers an, das vorher mit dem festen Körper eintley Raum einnahm. Das absolute Gewicht des festen Körpers, durch das dividirt, das ein eben so großer Wasserkumpen wiegt, giebt das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichtes des festen Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Wassers. — Oder man bestimme erst den Verlust eines gläsernen Eimers im Wasser, lege darauf den festen Körper darin ab, merke sein absolutes Gewicht, versenke den Eimer ins Wasser, merke seinen Verlust, und ziehe hiervon den Verlust des Gewichtes des Eimers ab: so giebt der Rest den Verlust des festen Körpers allein an, und also, nach dem Vorhergehenden, leicht das Verhältniß seines eigenthümlichen Gewichtes gegen das Wasser.

Art d. d. Weise läßt sich aus das eigenthümliche Gewicht des Quecksilbers finden.

§. 357. Aus dem, was ein fester Körper von seinem absoluten Gewichte in einer flüssigen Materie verliert, kann man auch sehr leicht die Größe des festen Körpers im Cubikmaasse finden, wenn man das absolute Gewicht der Flüssigkeit, das in einem gegebenen Cubikmaasse enthalten ist, weiß. Wenn ich z. B. weiß, was ein Cubikzoll reines Wasser wiegt, so ist der feste Körper so viel Cubikzoll groß, als das Gewicht eines Cubikzoll Wasser in dem Verluste seines absoluten Gewichtes in diesem Wasser enthalten ist.

§. 358. Un feste Körper, welche specifisch leichter sind, als Wasser, ihrem eigenthümlichen Gewichte nach gegen das Wasser zu vergleichen, kann man einen specifisch schwerern damit verbinden, den Verlust beider im Wasser bemerken, und den Verlust des schwerern allein hernach von den Verluste des Ganzen zusammen abziehen: so wird der Rest anzeigen, wie viel das Wasser wiegt, das mit dem leichtern eintley Raum erfüllt. Das absolute Gewicht des leichtern, durch das Gewicht dieses gleich großen Volums vom Wasser dividirt, giebt alsdann das Ver-



hältniß des eigenthümlichen Gewichtes des leichtern festen Körpers gegen das zur Einheit angenommene des Wassers.

§. 359. Wenn der Körper aus mehreren mit einander verbundenen Materien von ungleichem eigenthümlichen Gewichte besteht, so erfährt man durch das Wassermäßen nur das mittlere specifische Gewichte, oder dasjenige, welches aus der gleichförmigen Vertheilung der aggregirten Stoffe in dem Inbegriffe des Körpers entspringen würde. So kann auch ein Körper seinem ganzen Volumen nach ein geringeres eigenthümliches Gewicht haben, als Wasser, und in seinen eigentlichen Theilen doch ein größeres, wie es z. B. bey Holz, Holzkohlen, wegen der Luft, die sie eingeschlossen enthalten, der Fall ist.

§. 360. Eine andere Methode, die specifischen Gewichte tropfbar-flüssiger Dinge zu bestimmen, geht der Gebrauch der hydrostatichen Senkwaage, Baryllen, oder Areometer (Areometra, Hydrometra), die man auch für besondere Fälle Salzwaaagen, Bierwaaagen, Brennweinwaaagen u. dergl. nennt. Man hat davon zweyerley Varrungen: mit beständigem und mit veränderlichem Gewichte. Jene nennt man auch Areometer mit Scalen.

„Areometer oder Leichtigkeitemesser, entlehnet dem Worte *αἰσθητός* leicht, leichtig. Rr.

§. 361. Areometer mit unveränderlichem Gewichte (§. 360.) bestehen aus einer Röhre CD (Fig. 127. Taf. XIII.), die unten mit einem hohlen Gefäße AB zusammenhängt, worin so viel Gewicht, oder besser, Quecksilber sich befindet, daß das Werkzeug sich in der einen oder der andern Art von liquiden Flüssigkeiten bis auf eine gewisse Tiefe senke. Das ganze Gewicht dieser Senkwaage darf nicht so groß seyn, als das Gewicht eines eben so großen Rauminhalts der leichtesten unter den tropfbaren flüssigen Materien, deren eigenthümliches Gewicht dadurch noch erforscht werden soll, damit sie darin nicht ganz unterfinke. Der Hals der Senkwaage wird in Grade CH, HN, NP, PQ abgetheilt; die

beim Schwimmen des Aräometers in den zu prüfenden Flüssigkeiten darin eingetauchten Theile, z. B. BC und BH, verhalten sich umgekehrt wie die eigenthümlichen Gewichte dieser Flüssigkeiten (§. 344.), auf welchen Satz sich der Gebrauch dieser Senkwaagen gründet.

§ 362. Um vermittelst dieser Aräometer (§. 361.) die Verhältnisse der eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeiten genau zu bestimmen, ist es nöthig: daß der Hals des Werkzeuges vollkommen cylindrisch sey; daß es völlig senkrecht in den Flüssigkeiten schwimmt; daß das Gewicht des Aräometers bekannt sey; und endlich, daß die Abtheilungen der Grade CH, HN, NP, PQ am Halse desselben des krummen Theile dieses Gewichtes sind. Am bequemsten ist es, wenn die Senkwaage die Einrichtung hat, daß sie anzeigt, wie vielmal das specifische Gewicht des reinen Wassers im specifischen Gewichte der zu prüfenden flüssigen Materie enthalten ist. Die hierzu erforderliche Einrichtung der Röhre muß durch Versuche und Rechnung gefunden werden. Das mit die Aräometer desto empfindlicher sind, und die kleinsten Unterschiede der eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeiten anzeigen, so muß der Hals derselben in Vergleichung mit dem untern Gefäße sehr dünne seyn.

Teller, in den *Memoires de l'Académie roy. des sciences*, vom J. 1763. S. 452. Le Roy, ebendas. vom J. 1770. S. 428. De Luc, in den *philos. Transact.* Vol. LXXIII. S. 500, und im *Journal de physique*, T. XVIII. S. 450. Van Swinden *positiones physicae*. T. II. P. I. S. 47 ff. Barthelemy *Anfangsgr. der mathemat. Wissenschaften*. B. II. S. 198.

§. 363. Der letztern Bedingung wegen müßte eine Senkwaage mit einer sehr langen Röhre versehen seyn, wenn sie zur Bestimmung des Unterschieds der eigenthümlichen Gewichte aller der Flüssigkeiten dienen sollte, deren eigenthümliches Gewicht zwischen ein Paar Grängen fälle, deren Verhältniß gegen einander wie 1 zu 2 oder nur zu 1½ ist, womit mehr als Eine Unbequemlichkeit verbunden seyn würde, zumal wenn die Abtheilungen an der Röhre das eigenthümliche Gewicht der Flüssigkeiten nach allen zwischen

diese Ordnungen fallenden Stufen bis auf Tausendtheilchen vom Gewichte einer eben so großen Menge reinen Wassers anzeigen sollten. Deshalb ist es nöthig, mehrere dergleichen Senkwaagen zu haben, wovon der Gebrauch einer für solche Flüssigkeiten eingeschränkt ist, deren specifisches Gewicht zwischen ein Paar engere Ordnungen fällt, deren Verhältniß etwa nur wie 1 zu 1,100 ist. Die Senkwaagen müssen übrigens aus solchen Materialien verfertigt seyn, die von den Flüssigkeiten, zu deren Prüfung sie bestimmt sind, nicht angegriffen werden: am besten sind sie von Glas. Uebrigens ist bey dem Gebrauche aller Senkwaagen zu bemerken: daß sie ganz rein seyen; daß man genau die Stelle, bis an welche sie sich eintauchen, beobachte; und dann, daß die zu prüfende Flüssigkeit eine bestimmte Temperatur habe.

„Verf. hat empfohlen: die in Traßes hydrostatische Waage, 4 1. 2. mit Gewichten versehene Senkwaage: vergl. Gilbert's Ann. 1778. S. 304 u. 1779. S. 471.  
Kr.“

§ 364. Sonst richtet man die Abtheilungen der Scala dieser Aërometer mit unveränderlichem Gewichte auch so ein, daß sie, wie z. B. die Brandtweinwaagen oder Alcoholometer, bey einer Mischung von Flüssigkeiten gleich anzeigen, wie viel sie von der einen oder der andern Flüssigkeit enthalten; oder, wie z. B. die Soolwaagen oder Salzspindeln, bey Auflösungen, wie groß der Gehalt des aufgelöseten Körpers in der Auflösung sey. Auf diese Weise wird aber der Gebrauch des Aërometers sehr eingeschränkt.

Besser ist es daher, bey gemischten Flüssigkeiten die für die verschiedenen Mischungsverhältnisse gehörigen specifischen Gewichte durch genaue Versuche zu bestimmen und in Tabellen zu bringen, um so im erforderlichen Falle aus dem irgend einem specifischen Gewichte der Flüssigkeit das correspondirende Mischungsverhältniß zu erlangen. Wir haben dergleichen schon in 1. Salzalkoholmischungen und 2. Wein und Alkohol und Wasser, und so bedarf es denn keiner besondern Soolwaagen und Brandtweinwaagen. „Auf der durch Mischung bewirkte Aenderung der Dichten ist nicht zu übersehen, bey Messner's Aërometern vgl.: Die Aërometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Physik, von M. T. Messner, Prof. am k. k. polytechn. Inst. in Wien. 1—11. 2d. Teil Wien 1816.“

Schmidt, in Green's neuem Journ. d. Phys. B. III S. 177 ff.

§ 365. Weil überhaupt aber die Verfertigung der Aräometer mit Seelen, wenn sie die eigenthümlichen Gewichte von Flüssigkeiten genau anzeigen, und überhaupt die nach §. 362. erforderlichen Eigenschaften haben sollen, mit sehr großen Schwierigkeiten verknüpft ist: so kann man auch ansehen, der zweiten Art der Senkwaagen (§. 360.), den Aräometern mit veränderlichem Gewichte, den Vorsatz einzuräumen. Das Einfache in ihrer Construction macht sie eben so empfehlenswerth, als die Allgemeinheit ihres Gebrauchs. Sie lassen sich auch so einrichten, daß sie ohne Rechnung gleich die eigenthümlichen Gewichte der dadurch zu prüfenden Flüssigkeiten im Wasser angeben. Von dieser Art ist das von Hrn. Schmidt beschriebene und von Hrn. Larcy verfertigte Aräometer, das mit Recht den Namen eines allgemeinen Aräometers verdient. A (Fig. 128. Taf. XII.) ist ein hohles birnförmiges Gefäß von Glas in seiner natürlichen Größe, welches oben, vermuthlich eines massiven Glasstängelchens, die Schale B trägt, unten aber durch einen etwas stärkern massiven Glasstiel U mit einem kleinern umgekehrten birnförmigen Gefäße C verbunden ist. Dieses untere Gefäß wird durch eine bey C angebrachte anfanglich offene Spitze mit Quecksilber gefüllt, daß das ganze Werkzeug 700 bekannte Gewichtstheile (halbe Grane des kölnischen Maßgewichts) wiegt; und nun sind noch genau 300 Gewichtstheile oben in die Schüssel zu legen, wenn sich das Werkzeug in Regen- oder destillirtes Wasser (bey  $15^{\circ}$  R.) bis an die mit einem Zeichen versehene Stelle k. des Halses einsenken soll. Es wiegt folglich das Volumen des Wassers, das es dann aus der Seele drängt, 1000 Gewichtstheile. Wenn man nun bey der Prüfung jeder andern Flüssigkeit durch die Veränderung des Auflegengewichts in der Schale es dahin bringt, daß es sich darin bey eben der Temperatur eben so tief bis k. einsenke, so giebt das aus der Schale herausgenommene oder hinzugelegte Gewicht den Unterschied zwischen dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit und des Wassers von gleicher Tem-

paratur an. Ferner drückt die Summe der Auflegengewichte und des Gewichts des Ardometers jedesmal das spezifische Gewicht der Flüssigkeit aus, wenn das spezifische Gewicht des Wassers = 1000 gesetzt ist. Wenn  $\gamma$  nur 132 Gewichtstheile in die Schale zu legen nöthig wären, das mit die Senkwaage sich bis  $K$  in die zu prüfende Flüssigkeit eintauche, so wäre das eigenthümliche Gewicht derselben zu dem des Wassers wie  $700 + 132 : 1000$ , das ist, wie  $0,732 : 1,000$ . Weil die größte Menge der Auflegengewichte nicht gut über 500 Gewichtstheile gehen darf, damit der Schwerpunkt des so belasteten Werkzeuges nicht zu hoch zu stehen komme: so wird noch ein zweites nach ganz ähnlichen Grundsätzen verfertigt, das 1200 Gewichtstheile, und nur den größten Auflegengewichten über 2000 Gewichtstheile wiegt, um auch für die schwersten Flüssigkeiten zu dienen.

Beschreibung eines sehr bequem eingerichteten allgemeinen Ardometers, vom Herrn G. G. Schmidt; in *Grona Journal der Physik*, B. VII, S. 148 ff.

Wille, in den schwed. Abhandl. B. XXII, S. 279 ff.

„Bergl. auch Mörner a. a. O.“

St.“

„Nichters und ähnliche allg. Ardometer stellen einen oder mehrere lange Glasröhren dar, die um so tiefer in die zu prüfende Flüssigkeit eintauchen, und diese Tauchtiefe an der graduirten Skala anzeigt, je weniger Widerstand die Flüssigkeit leistet, d. h. je mehr sie specifisch leicht ist. — Jedoch muß bey diesen und allen ähnlichen Instrumenten Rücksicht genommen werden, auf die verichiedene Abhänge (z. B. des Fieles (Metalls u. und überhaupt der Erhaltung des eintauchenden Instruments) in den verschiedenen Flüssigkeiten.“

St.“

§. 366. Die Ardometer mit veränderlichem Gewichte lassen sich auch zur Bestimmung des eigenthümlichen Gewichts fester Körper einrichten. Hierher gehört das Nichols'sche Ardometer, das dazu sehr bequem eingerichtet ist, und auch den Vortheil hat, daß dadurch jedesmal mehrere Stücke eines festen Körpers gewogen werden können, die einzeln zu klein seyn würden, um mit Genauigkeit ihr specifisches Gewicht zu bestimmen. Fig. 129. (Taf. XIII.) zeigt das Instrument, das aus weißem Bleche verfertigt werden kann. Es ist so eingerichtet, daß es im Wasser vertikal schwimme, und dabey noch ein Theil des Körpers

Kienit	8908 (Bergmann)
Wandaan	699 (Hutch)
—	801 (Johr)
Dard über	17,468 (Briffon)
—	15,419 (Cavallio)
— getrocknet:	144 (Cavallio)
Kellat	8,11 (Klaproth)
Di del, gehämmert	8,67 (Kichter)
Metobden	8,60 (Bucholz)
Chrom	6,90 (Kichter)
Barium	4 (Davy)
Natronium	0,95 (Davy)
Kalium	0,60 (Davy)

## 2) Erden und Steine.

Crede	2,272 (Mitschenbroek und Karsten)
Earrender Kalkmer	2,716 (Briffon)
Barischer —	2,857
Heland (der Kalkspath)	2,715
Aluipath	3,155 (Kirmann)
	bis 3,191 (Briffon)
Spallt	2,826
	bis 3,218 (Kirmann)
Lunaklein	6,01 (Klaproth)
Althreit	4,36 (Karsten)
Erw-foth, nicht	4,63 — 4,63 (Karsten)
Westphalen	2,21 (Karsten)
Venetianischer Kalk	2,796 (Mitschenbroek)
Erdestein	2,33 (Karsten)
Erdesteinstein	0,45 (Karsten)
Veracit	2,566 (Wehrhamb)
Erdestein	0,08 (Karsten)
Sammer, gemeiner	2,75
— russischer	2,790 (Briffon)
Bergkalk	2,553 (Briffon)
— nasserbrauner	2,005 (Karsten jun.)
— schwarzer	2,848 (Karsten)
Quarz	2,647
	bis 2,654 (Briffon)
Amethyst	2,651 (Kirmann)
— leuchtiger	2,014 (Karsten)
Emerald	2,775 (Briffon)
—	2,678 (Karsten)
Beryll, bläulicher	2,722 (Briffon)
— brasilianischer	2,782
— bläulichgrüner aus Eu-	
ropa	2,671 (Karsten)
Trapan	2,520 (Briffon)
Orientischer Rubin	4,283
	2,014 (Karsten)

# Phänomene seltener flüssiger Körper.

237

Orientalischer Topas	4,010 (Briffon)	
Topas von St. Etienne	3,881 (Barthen)	
Orientalischer Sapphir	3,794 (Briffon)	
	bis 4,038 (Barthen)	
	4,005	
Spinell	3,780 (Briffon)	
Brasilianischer Rubin	3,570 (Blaproth)	
Brasilianischer Topas	3,556 (Briffon)	
	3,576 (Barthen)	
Sächsischer Topas	4,554 (Briffon)	
	3,540 (Barthen)	
Sibirischer echter Aquamarin	3,537 (Barthen)	
Brasilianischer Sapphir	3,150 (Briffon)	
Hyacinth	4,000 (Barthen)	
Leptontischer Zirkon	4,416 (Briffon)	
Orientalischer Granat	4,353 (Barthen)	
Leucit	3,486 (Briffon)	
Chrysoberyll	3,608	
	bis 3,719 (Kirwan)	
Chrysolith	3,540	
	bis 3,610 (Werner)	
	und 3,449 (Barthen)	
Olivin	3,980	
	bis 3,225 (Kirwan)	
Augit	3,296 (Barthen)	
Peridot	3,441 (Barthen)	
Obsidian	3,548 (Briffon)	
Schörlartiger Gersoll	3,550 (Blaproth)	
Schwarzer Stängelschörl	3,553 (Briffon)	
Brasilianischer Turmalin	3,150	
	bis 3,155	
Bergl. granat	3,005 (Barthen)	
Thomer Stein	3,295 (Kirwan)	
Phrenit	3,942	
Zeolith	3,085	
	bis 3,075 (Briffon)	
— von Helfors	3,486	
Kreuzstein	3,535	
	bis 3,561 (Kirwan)	
Zosarklein	3,396	
Chrysopras	3,479	
Edler Opal	3,144 (Blumenbach)	
Halbopal	3,700	
	bis 3,118 (Kirwan)	
Gemeiner Opal	2,958	
	bis 3,075 (Blaproth)	
Bechstein	3,049	
	bis 3,059 (Briffon)	
Hyalith	3,110 (Kirwan)	
Chalcodon	3,664 (Briffon)	
Caracol	3,645	



Zeiglinge	2,560
bis	2,660 (Birman)
Peridot	2,924 (Brissou)
Diamantstein	3,710 (Klaproth)
Granit	2,538
bis	2,956 (Brissou)
Porphyre	2,765
bis	2,795
Sandstein	2,122
bis	2,561

## 3) Erzkategorie.

Bergkristall	2,708 (Muschbrock)
Petroleum	2,854
Nickel	2,805
bis	2,744
Steinkohle	2,870
bis	2,500
Bergstein	2,065
bis	2,110
Braunkohle	2,019
bis	2,292 (Gren)

## 4) Schwefel.

Natürlicher Schwefel	2,065 (Brissou)
Stangen-Schwefel	2,800 (Muschbrock)
bis	2,290 (Brissou)

## 5) Kohlige Substanzen des Mineralreichs.

Graphit	2,860 (Muschbrock)
Kohlensande	2,468 (Gren)
Diamant	3,49
St	3,64 } (Barthen)

## 6) Metall-Ordnung und Erze.

Weißer Arsenik	3,694 (Muschbrock)
Rother Arsenik	2,225
Opferment	3,515
Gelber Arsenik	3,541
Salmag	2,560
bis	4,469
Kupfer	4,615
Antimon	4,789
bis	4,910

## Phänomene schwerer liquider Körper.

223

Kupfersties	5,800 (Muschelbrock)
Reines Epiesglanzerg	bis 4,715
Glas vom Epiesglanze	bis 4,758
Rothe Glitzer, von Joh. Georgen	bis 4,760
Roth	bis 5,280
Binnobert, natürlicher	5,864
— künstlicher	5,188
	bis 7,710
	7,368
Gleisglätte	bis 8,000
Gleisglanz	6,044
Wolfsbän	7,300
	4,758 (Briffon)

### 7) Künstliche Verglasungen.

Montellenglas, grünes	2,642 (Briffon)
Weißes Krystallglas	2,892
	bis 2,488
Englisches Flintglas	5,529
Porzellan von Sevres	2,145
— von Limoges	2,541
— von China	2,584

### 8) Salze.

Nitriolöl	1,885 (Ritwan)
	bis 1,700 (Muschelbrock)
Rauchende Salpetersäure	1,585
— Kochsalzsäure	1,194 (Briffon)
Vorsäure	2,479 (Muschelbrock)
Arseniksäure	2,591 (Bergmann)
Reber Essig	1,015 (Briffon)
Destillirter Essig	1,009
Reber Weinsäure	1,849 (Muschelbrock)
Weinsäureabzug	1,900
Rebender Salzsäure	2,890
	0,897 (Briffon)
Verflüssigtes Weinsäure	1,550 (Muschelbrock)
Nitriolirter Weinsäure	2,298
Glauberz	2,246
Salpeter	1,900
Rhomboidalsalpeter	1,869
Reines Kochsalz	1,968 (Zentz)
Steinsalz	2,145 (Muschelbrock)
	2,083
Digestivsalz	1,856
Reiner sublimirter Salzsäure	1,420
Sorax	1,780

Alaun	2,714 (Muschelbrock)
Bleizucker	2,595
Englischer Vitriol	2,860
Stoßvitriol	2,900
Weißer Zucker	2,606

## 9) Spirituöse Flüssigkeiten.

Schwefelnaphtha	0,717 (Gaussure)
Salzäther	0,729 (Cavallo)
Blausäure	0,726 (Gay-Lussac)
Alcohol (der reinste)	0,791
Burgunder Wein	0,991 (Briffon)
Moderaner Wein	2,058
Weißer Franzwein	2,020 (Muschelbrock)
Frontignac	2,008
Rebsaagwein	2,015
Rother Lapwein	2,018
Weißer —	2,059
Pontac	0,993
Champagnerwein	0,962
Moseler	0,916
Rheinwein	0,999

## 10) Aetherische Oele,

Lavendelöl	0,895 (Briffon)
Reisöl	2,034 (Muschelbrock)
Pomeranzöl	0,888
Zimmtöl	2,065
Cassiaöl	2,094
Rosmarinöl	0,954
Fenchöl	0,997
Bacholberöl	0,911
Krausenöl	0,975
Serpentinöl	0,798

## 11) Setze Oele und thierische Setze.

Kindertalg	0,955 (Muschelbrock)
Lammeltalg	0,945
Schweinefett	0,954
Helles Wachs	0,960
Weißes Wachs	0,966
Baumöl	0,915
Leinöl	0,958
Kübsaamenöl	0,855
Cacaobutter	0,891 (Brandis)
Süßes Mandelöl	0,923 (Muschelbrock)
Butter	0,942 (Briffon)
Wallrath	0,945

## 12) Gummi's, Harze, Gummiharze.

Arabisches Gummi	1,451 (Briffon)
Fragant	1,526
Weißes Pech	1,072
Candarat	1,090
Wasser	1,074
Etorar	1,109
Copal	1,045
	bis 1,159
Elemi	1,018
Amme	1,028
Labdanum	1,186
Guayac	1,182
Kalappenharz	1,218
Drachenblut	1,204
Gummilack	1,159
Lacamahac	1,046
Benzoe	1,092
Carana	1,124
Ammoniakgummi	1,207
Hederagummi	1,294
Galbanagummi	1,229
Sarcocolla	1,263
Opoponax	1,622
Gummigutt	1,221
Euphorbium	1,124
Olibanum	1,275
Myrrhe	1,360
Stammoneum	1,255
Stinkender Mand	1,507
Stellium	1,571
<hr/> Fecherharz	0,935
<hr/> Campher	0,988
<hr/> Kloe	1,558
<hr/> Opium	1,556
<hr/> Indigo	0,769

## 13) Einige thierische Substanzen.

Elfenbein	1,825 (Münchenbreit)
Ballroßhahn	1,955
Orientalischer Bejear	1,550
	bis 1,640
Harablasenstein	0,664
	bis 1,700
Krochallinischer Gallenstein	0,805 (Gren)
Roths Corallen	2,689 (Münchenbreit)
Orientalische Perlen	2,750
Rehsaugen	1,490
Hühnereyer	1,090

Vergl. Naturlehre, des Inst.

## 34) Holzarten.

Indianisches Eichenholz	1,515 (Muschelbrock)
Burbaumholz	1,528 u. 0,919
Brasilienholz	1,052
Ebenholz	1,209
Bernambukholz	1,014
Franzosenholz	1,433
Madagouirholz	1,065
Griechholz	1,200
Altes Eichenholz	1,666
Eichenholz vom Stamme	2,929
Eichenholz vom grünen Ast	0,570
Niederholz	1,125
Wisses Sandelholz	1,041
Notholz	1,128
Campescheholz	0,913
Büchenholz	0,852
Helles Sandelholz	0,809
Erlenholz	0,800
Ahornholz	0,755
Eichenholz	0,734
Apfelholz	0,793
Krausenholz	0,785
Haseholz	0,600
Girren	0,661
Windenholz	0,600
Lindeholz	0,604
Weidenholz	0,585
Bachelberholz	0,550
Cassiaholz	0,482
Kannenholz	0,550
Doppelholz	0,533
Korkholz	0,204
15)	
Phosphorus	1,714
16)	
Holzohle	0,280
	bis 0,441 (Helm)
27)	
Elk	0,915 (Muschelbrock)
Reines Wasser	1,000

Muschelbrock intrad. ad philol. nat. T. II. 4. 1417. Pédantur spécifique des corps — par Mr. Brisson, à Paris 1787. 4.

Versuch einer mineralogischen Beschreibung von Landeck. Von Leop. von Buch.

„Ueber das eigenthümliche Gewicht einiger Luftarten hat Lavoisier genaue Untersuchungen angestellt. Die Resultate derselben, die er in seinem Systeme der atmosphärischen Chemie liefert, nach ihrer Reductionen auf Berliner Maas und Gewicht, sind folgende:

	Der Par. Tab. Zoll wiegt in franzos. Maß: Gewicht.	Der Berl. Duob. Tab. wiegt in deutschem Maß: Gewicht
Atmosphärische Luft	0,46005	0,5644
Nitrog. Luft	0,44444	0,5520
Oxygen. Luft	0,50694	0,4015
Hydrogen. Luft	0,05559	0,0280
Kohlensäure Luft	0,68985	0,5464
Murdie Luft	0,54690	0,4651
Flüchtig alkalische Luft	0,27488	0,2177
Unvollkommen schwefelsaure Luft	1,05820	0,8120

Alle diese Bestimmungen setzen voraus 28 Par. Zoll Barometerhöhe und 10° Temperatur, nach der gotthelligen Scale §.

Uebersicht der specifischen Gewichte der Gase, das der atmosphärischen Luft zur „Einheit“ angenommen Aus d. Franz. von Herausgeber \*).

\*) Nachfolgende, nach den neuesten Beobachtungen entworfene Uebersicht der „Eigengewichte“ oder der Dichtigkeitsverhältnisse der Gase, wird um so belehrender; wenn man damit die Tabelle über die specifische Wärme der genannten Stoffe vergleicht; siehe an. Einleitung S. 187 u. 195. — Neuere Physiker bezeichnen alle ausdehnungsfähigen Flüssigkeiten mit dem Ausdrucke Gas. §.

Namen der Gase.	Dichtigkeit derselben bestimmt durch den Berl. Maß.	Berechnete Dichte.	Namen des Beobachters.
Atmosphärische Luft	1,0000	—	—
Jode „Gas“	—	8,6195	Gay, Lussac.
Jodsäureäther	5,4749	—	Desf.
Kerpentindl	5,0130	—	Desf.
Jodwasserstoff	4,4430	—	Desf.
Fluorinsulfium	5,5735	—	John Davy.
Echloinsfoblenstoff	—	5,5894	Desf.
Kohlenstoffschwefel	2,6447	—	Gay, Lussac.
Schwefeläther	2,5860	—	Desf.
Chlorin	2,4700	2,4216	G. u. L. u. Thénard.
Euchlorin	—	2,5780	John Davy.
Fluorinboron	2,5709	—	Desf.
Salzäther	2,2119	—	Thénard
Schwefelstoffsäure	2,1204	—	Thénard u. G. u. L.
Echloinsblausäure	—	2,1120	Gay, Lussac
Blausäure	1,8064	1,8011	Desf.
Absoi. Alcohol	1,6155	—	Desf.
Strickstoffsprototyp	1,5204	1,5209	Collin.
Kohlensäure	1,5196	—	Biot und Arago.
Salzsaure	1,4474	—	Desf.
Schwefelwasserstoff	1,1912	—	Thénard u. G. u. L.

Namen der Gase.		Vertheilung derer in der Ärmer durch den Meeres- druck.	Berechnete Zahl.	Namen der Gase nach
Sauerstoff	1	11,046	—	Nit und Arago.
Salpeter	—	11,048	1,1351	Nit und
Chlorendes	—	0,140	—	Th. v. Ammon.
Fluor	—	0,141	—	Arago und Nit.
Kohlensäure	—	0,142	0,1679	Chlor und
Phosphor	—	0,143	0,140	Th. v. Ammon.
Phosphorwasserstoff	—	0,144	—	Chlor und Arago.
Ammoniak	—	0,145	0,1679	Th. v. Ammon.
Schwefelwasserstoff	—	0,146	—	Nit und Arago.
Wasserstoff	—	0,147	—	Thomson
Wasserstoff	—	0,148	—	Thomson
Wasserstoff	—	0,149	—	Nit und Arago.

§ 369. Man kann von diesen Tabellen allerlei nützliche Anwendungen machen. Denn außerdem, daß sich durch Vergleichung des gefundenen eigenthümlichen Gewichtes einer gegebenen Substanz mit dem in dem Verzeichnisse angegebenen auf die Reinheit oder Mischtheit derselben in vielen Fällen schließen läßt, kann man auch dadurch einen Schluß auf den stöchiometrischen Werth der Substanz machen, (vergl. §. 177. u. ff.) und das Gewicht des Cubikfußes oder des Cubikfußes der darin angegebenen Materien finden, wenn man die Zahl, die ihr spezifisches Gewicht angiebt, mit dem Gewicht des Cubikfußes oder Cubikfußes Wasser (§. 353.) multiplicirt. So z. B. wiegt ein Cubikfuß (paris.) Wasser 69,015 Pf. (paris.): folglich wiegt ein (paris.) Cubikfuß Quecksilber  $13,674 \times 69,015$  Pf. = 943,711 Pf. (paris.), oder 989,682 Pf. (lin.) Gewicht.

- a) Hierbei gehört auch das interessante Archimedisches Problem. Nach Pappus der Magnesia (Archimedes, Lib. 9 Cap. 3.) hatte sich der König Hiero zu Syrakus eine goldene Krone anfertigen lassen, nach dem auf der Krone stand, daß ihm der Künstler dabei einen Theil Gold entnommen und dasselbe eben so viel Silber dem König anzuersetzen habe. Archimedes fragte sich, ob der Krone wirklich soviel Silber beigemischt sei, und er habe durch Gleichsetzen des Volumens, und des Gewichtes des Goldes zum Silber in der Krone, nachdem Archimedes vorher — *ergo exequitur* — handelt mit den schwebenden Körpern,



nach enthalten nicht von jenem Probleme. Man hält daher auch die Ergebnisse nach Derrin für falsch.

Nach da die Metalle bey ihrem Zusammenschmelzen mehr oder weniger in einander greifen und nicht mehr des Dichtheits begeben, die sie der Berechnung zu Folge haben sollten (S. 182.); so sieht man leicht, daß weder das Verhältniß noch die Art der Zusammenfügung des festen Hohlens durch diese Bestimmung des Eigengewichts ausgemittelt werden konnte.

- 8) Wenn man Kochsalz in Wasser auflöst, so ist der Raum, welchen die Auflösung einnimmt, nicht mehr gleich der Summe der Räume des Kochsalzes und des Wassers. Es sind also gewisse Beobachtungen aus und darauf gegründete Rechnungen nöthig, um aus dem specifischen Gewichte der Salzlösungen die Masse des Salzes zu finden, die in einem gegebenen Gewichte der Salzlösung enthalten ist. Lamebert (Mémoire de l'acad. de Prusse 1766. T. XVIII. S. 97 ff.) hat eine solche Tabelle verfaßt.

„Eine Erfahrung, um aus dem specifischen Gewicht der Mischung, ihre Zusammensetzung auf die Ausdehnung durch Wärme, das Mischungsverhältniß zweier Materien zu finden, enthält von Richot's Untersuchungen zur nähern Bestimmung der elastischen Schwere, der Ausdehnung durch Wärme, des Schmelz, der Vermischung der Räume bey der Vermischung, und des specif. und Fiedepunktes der Salzlösungen, mit Folgebefundigkeiten u. Gildere's Ann. XXV S. 321 und Krell's Untersuchungen über die specif. Gewichte der Mischungen aus Nicotol und Wasser, und Lamebert's für den Gebrauch und die Verbesserungen der Nicotolometer u. d. d. XXXVIII. 344 u. f. Richot's Versuche zu Folge hat das Ponce des 12° T. ein specif. Gewicht von 1,003, wenn sie 0,700 ein specif. Gewicht von 1,017, wenn sie 1,035; 1,051 specif. Gewicht von 1,050, wenn sie 1,055 und von 1,060, wenn sie 1,065 das specif. Gewicht enthalten. Gildere's Ann. LI. S. 297. ff.“

Setzt, die Ponce ist in ihrem elastischen Gewicht 1,175, so finden, nach Lamebert, 1175 Gr. derselben eben so viel Raum, als 1000 Gr. Wasser, und es hat in diesen 1175 Gr. 250 Gr. Salz; oder das in ihr befindliche Salz betragt 21,4 ihres Gewichtes. Nach der Regel der ist kann man auch leicht finden, wie viel Salz in einem Ponce sei der Ponce ist: denn, wenn 1175 Gr. Ponce aus 1000 Gr. Salz bestehen, so sind in 1 Pf. oder 768 Gr. Ponce 250 Gr. Salz.

- 9) Wenn Nicotol und Wasser mit einander vermischt werden, so ist das eigenthümliche Gewicht nach der Vermischung nicht so, als es der Berechnung zu Folge nach ihrem eigenthümlichen Gewichte seyn sollte. Um also aus dem eigenthümlichen Gewichte der Mischung das Verhältniß beider Ingredienzien zu erfahren, sind verschiedene Versuche und andere Bestimmungen nöthig. Herr Wilson in England hat verschiedene Versuche über die Veränderungen der Dichte beim Nicotol und Wasser, wenn sie in verschiedenen Verhältnissen mit einander vermischt werden, in sehr genauer Manier, und zwar für verschiedene Grade von Wärme von 30 bis 60° F., angestellt, und Tabellen anverworfen, nach welchen man aus dem eigenthümlichen Gewichte des Gemisches den Gehalt an Nicotol oder Wasser

fer finden kann. Ich habe eine solche Tabelle desselben für die Temperatur von 60° F. mitgetheilt (Versuche über die Veränderung der Dichtigkeiten bei Vermischung von Alcohol und Wasser, von Herrn Gilpin: in Brews neuem Journ. der Phys. B. II S. 363 f.). Herr Gilpin nimmt darin das eigenthümliche Gewicht des Alcohol 0,825 an. Indessen hat Herr Lomig gezeigt, daß Alcohol von diesem eigenthümlichen Gewichte selbst noch nicht wasserfrei sey, und daß er durch die stärkste Entwässerung bis 0,791 (bei 64° F.) herabgebracht werden könne. Er selbst hat darauf eine Tabelle der eigenthümlichen Gewichte für die Gemische von solchem Alcohol und Wasser entworfen, die ich hier mittheile:

Eigenthüml. Gewicht	100 Th. Alcohol	des Gemisches aus o Th. Wasser.
0,791	100	1
0,794	99	2
0,797	98	3
0,800	97	4
0,803	96	5
0,805	95	6
0,808	94	7
0,811	93	8
0,813	92	9
0,816	91	10
0,818	90	11
0,821	89	12
0,823	88	13
0,826	87	14
0,828	86	15
0,831	85	16
0,834	84	17
0,836	83	18
0,839	82	19
0,842	81	20
0,844	80	21
0,847	79	22
0,849	78	23
0,851	77	24
0,853	76	25
0,855	75	26
0,859	74	27
0,861	73	28
0,863	72	29
0,866	71	30
0,868	70	31
0,870	69	32
0,872	68	33
0,875	67	34
0,877	66	35
0,880	65	36
0,882	64	37
0,885	63	38
0,887	62	39
0,889	61	40

Eigenthüm. Gewicht	des Gemisches aus	
	60 Th. Alcohol	40 Th. Wasser.
0,892	59	41
0,894	58	42
0,896	57	43
0,899	56	44
0,901	55	45
0,903	54	46
0,905	53	47
0,907	52	48
0,909	51	49
0,913	50	50
0,914	49	51
0,917	48	52
0,919	47	53
0,921	46	54
0,923	45	55
0,925	44	56
0,927	43	57
0,930	42	58
0,932	41	59
0,934	40	60
0,936	39	61
0,938	38	62
0,940	37	63
0,942	36	64
0,944	35	65
0,946	34	66
0,948	33	67
0,950	32	68
0,952	31	69
0,954	30	70
0,956	29	71
0,957	28	72
0,959	27	73
0,961	26	74
0,963	25	75
0,965	24	76
0,966	23	77
0,968	22	78
0,970	21	79
0,972	20	80
0,973	19	81
0,974	18	82
0,976	17	83
0,977	16	84
0,978	15	85
0,980	14	86
0,981	13	87
0,983	12	88
0,985	11	89
0,986	10	90

Eigenthüm. Sätze	des Gewichtes auf	
	1 lb. Nickel	91 lb. Nickel
0,988	8	94
0,989	8	94
0,991	8	94
0,992	8	94
0,994	8	94
0,995	8	94
0,997	8	94
0,998	8	94
0,999	8	94
1,000	8	94

## Sechtes Hauptkap.

Phänomene gewichtiger, ausdehn-  
samer Flüssigkeiten.

## §. 370.

Wir betrachten diejenigen Phänomene der Gase oder schweren, ausdehnenden Flüssigkeiten (§. 136.), welche dieselben, abgesehen von ihren besondern chemischen Werthen, nur durch ihre Gewichtigkeit und durch ihre Ausdehnbarkeit hervorbringen. Der Kürze wegen bedienen wir uns des Ausdrucks Luft, zur Bezeichnung aller expansibeln Flüssigkeiten. An der atmosphärischen Luft, die wir allenthalben antreffen, können wir am besten die Phänomene, die allen expansibeln Flüssigkeiten gemeinsam sind, beobachten, und wir können uns daher ihrer am bequemsten zur Anstellung der hierher gehörigen Erfahrungen und Versuche bedienen. Das, was wir von ihr als ausdehnungsfähige Flüssigkeit sagen, gilt von allen andern ausdehnungsfähigen Flüssigkeiten, die auch eben so durch ihr Gewicht und ihre Expansibilität wirken würden, wenn sie an der Stelle der Luft die Atmosphäre um die Erde bildeten.

§. 371. Ein expansibles Fluidum hat als solches ein Bestreben, einen größern Raum zu erfüllen (§. 131.), und übt solchergestalt Druck gegen jedes Hinderniß seiner Expansion aus. Ferner widersteht es bey der Verengung seines Raumes vermöge seiner Expansivkraft.

§. 372. Die Luft ist expansibel, und dehnt sich, wenn kein Hinderniß ihrer Expansion da ist, zu einem Raume aus, dessen Grenzen man nicht kennt. So wie aber der Raum wächst, zu welchem eine Masse Luft sich ausdehnt, so nimmt auch ihre Expansivkraft ab, weil sie nun nicht mehr mit demselbigen Grade von Kraft ihren Raum erfüllt (§. 50.).

§. 373. Bey der Ausdehnung einer Masse Luft in einem größern Raum nimmt ihre Dichtigkeit ab; und die Dichtigkeit, die sie übrig behält, verhält sich zur vorigen Dichtigkeit, wie der Raum, den sie vorher einnahm, zu dem Raume, in welchen sie sich ausgedehnt hat.

§. 374. Die Luft ist compressibel. Ueber die Kraft, mit welcher die Luft sich auszudehnen strebt, ist eine größere möglich, und durch diese läßt sich die Luft auch wirklich in einen engern Raum pressen. Je mehr die Luft aber zusammengedrückt wird, um desto mehr wächst ihre Dichtigkeit und der Grad der Kraft, womit sie ihren Raum erfüllt; desto mehr widersteht sie folglich der sie zusammendrückenden Kraft. Der Grad der Zusammendrückung hat folglich für unsere endlichen Kräfte seine Grenzen.

§. 375. Wenn eine Masse Luft im Gleichgewichte ihrer Theile ist, so ist die Expansivkraft jedes Punktes derselben dem Drucke derselben auf diesen Punkt gleich.

§. 376. Ein elastisches Fluidum wirkt auf das Hinderniß seiner Expansion mit derselbigen Kraft, mit der es zusammengedrückt worden ist. Die Luft in einem Gefäße übt also gegen die Wände desselben eben denselbigen Druck aus, als die Kraft ausüben würde, mit der sie bis zu ihrem

dermaligen Grade der Dichtigkeit zusammengepreßt worden ist.

§. 377. Die Luft ist eine schwere expansible Flüssigkeit, und muß also durch ihr Gewicht Druck ausüben. Höher liegende Luftschichten müssen also auf die darunter liegenden durch ihr Gewicht pressen.

§. 378. Wenn demnach die ganze Masse Luft sich selbst überlassen im Gleichgewichte ist, so kann ihre Dichtigkeit nicht durchaus gleichförmig sein; die untern Schichten müssen, wegen der Compressibilität der Luft (§. 374) und des Gewichtes der darüber liegenden Schichten, in einem engeren Raum gepreßt, folglich dichter seyn; es muß also die Dichtigkeit der Schichten hinabwärts wachsen. Wie der Zunahme der Dichtigkeit der tiefer liegenden Luftschichten muß aber auch die Expansivkraft derselben zunehmen; und die absolute Ausdehnbarkeit jedes Theiles derselben muß dem Gewichte der ganzen darüber stehenden Schichte proportional seyn (§. 376).

§. 379. Die Erfahrung bestätigt dieß an der atmosphärischen Luft. Wenn man eine gläserne rechte trockene Röhre, die an einem Ende geschlossen und länger ist, als 28 parisi. Zoll, mit reinem geschmolzenen Quecksilber ganz anfüllt, das offene Ende mit dem Finger zudeckt, hierauf umkehrt, und, nachdem man es in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht hat, die Röhre vertical hält und den Finger von der Oeffnung wegzieht: so bleibt das Quecksilber darin etwa 28 parisi. Zoll über der Fläche des Quecksilbers im Gefäße zurück, durch den Druck der Luft, der auf die Fläche des Quecksilbers im Gefäße einwirkt u. s. w. Evangelista Torricelli stellte diesen an Folgerungen so fruchtbar gewesenem Versuch zuerst im Jahr 1643 an, und bewies dadurch die Schwere der Luft. Die Röhre mit dem Quecksilber darin heißt daher auch die torricellische Röhre (*Tubus torricellianus*), und der Raum über dem Quecksilber in der Röhre die torricellische Leere (*Vacuum torricellianum*).

## Phänomene gewichtiger, ausdehnbarer Flüssigkeiten. 235

Cassp. Schott's Technica curiosa. Heribopol. 1664. 4. L. III. S. 190 ff.

Daß aber der Druck der Luft von dem angeführten Phänomene die Ursache sey, das folgt nicht nur unmittelbarer Werke aus ihm selbst, sondern wird auch dadurch bestätigt: 1) daß durch Extraction der Luft über der Fläche des Quecksilbers im Gefaße unter der Luftpumpe, nach einem in der Folge anzustellenden Versuche, das Quecksilber in der torricellischen Röhre hinabfließt; 2) daß das Quecksilber ganz herausfließt, so daß die Röhre oben geöffnet wird, und also der Druck der Luft nicht mehr einseitig ist; 3) daß das Quecksilber nach hydrostatischen Gesetzen in der Röhre um eben so viel höher steigt, als das Niveau des Quecksilbers außerhalb höher wird; 4) daß, wenn die Röhre etwas geneigt ist, vom freistehenden Ausgange derselben aus dem Gefaße das Quecksilber in derselben in die Höhe getrieben wird, und oben hängen bleibt.

§. 380. Da der Druck der Luft so groß seyn muß, als der Gegendruck des Quecksilbers in der torricellischen Röhre, so können wir hieraus mit Recht schließen, daß der Druck der Atmosphäre gegen jede gegebene Fläche so groß sey, als das Gewicht einer Quecksilbersäule von eben dieser Grundfläche und der Höhe in der torricellischen Röhre.

Ein parisi Kubitzoll Quecksilber wiegt nahe 950 Pf. parisi; ein Eubitzoll, Duodecimalmaas, 17 Loth, 23 Quentchen. Wenn also der Druck der Luft des Gleichgewichts hält mit einer Quecksilbersäule von 28 Zoll oder 21 Fuß, so beträgt er gegen eine Fläche von einem Quadratzoll 2116 Pf., und von einem Quadratzoll 15 Pf. 10333 Loth parisi.

Um jede Linie, um welche das Quecksilber höher oder niedriger als 28 Zoll ist, beträgt der Druck der Luft auf eine Fläche von einem Quadratzoll 6 2/3 Pfund oder weniger.

„Nimmt man die Merkur haltende §. 379. beschriebene Torricellische Röhre, mit ihrem oberen, die Luft abschließenden Ende an den Balgen einer Waagschale und bringt denselben durch Gegengewichte auf die Schale des andern Arm ins Gleichgewicht, so beträgt dieses Gewicht genau so viel, als das Gewicht derselben Röhre, wenn sie mit ihrem Merkurgehalt so umgekehrt worden, daß das offene Ende nach oben gekommen, mit diesem Ende am ersten Arme besetzt und darauf gewogen worden ist.“ Lr.”

§. 381. So lange die Luft nicht in Gefäßen eingeschlossen ist, sondern frey bleibt, und auf ihre ganze Masse Rückstößt genommen wird, muß sie nur durch ihr Gewicht wirken, und daher dieselbigen Gesetze des Gleichgewichts befolgen, als nicht elastische Flüssigkeiten.



§. 382. Es müssen daher auch die Luftsäulen unter einander bei gleichen Höhen und Dichtigkeiten im Gleichgewichte stehen; jede Luftsäule muß auch fähig seyn, statt ihrer benachbarten einen Körper von gleichem Gewichte zu tragen, und ihr Druck muß sich zu Folge der hydrostatischen Gesetze nach allen Richtungen zu äußern.

Wenn der Druck der atmosphärischen Luft das Gleichgewicht hält mit einer Quecksilbersäule von 29 Zoll, so muß er auch das Gleichgewicht halten mit einer Luftsäule von 14.25 Zoll, oder von 12' Luft (tract), wenn das Wasser ein 14mal geringeres specifisches Gewicht hat; was sich auch durch Versuch, welche Säulen und Stürze aufstellen, bestätigt werden ist. Nr. 7

§. 383. Hieraus erklärt sich auch die Erscheinung, daß aus einem Gefäße mit enger Oeffnung beim Umkehren nichts heraus läuft, und daß der Hahn eines vollen Fasses, dessen Spundloch geschlossen ist, nichts bei der Oeffnung heraus läßt, u. dergl. m.

§. 384. Es folgt ferner aus der Schwere der Luft nach hydrostatischen Gesetzen, daß der Druck der Luftsäulen abnehmen müsse, wenn ihre Höhe, bei übrigens gleichen Umständen, abnimmt, und umgekehrt; daß folglich das Quecksilber in der torricellischen Röhre in hohen Regionen der Atmosphäre nicht so hoch stehen könne, als in niedrigeren, wie auch die Erfahrung lehrt.

§. 385. Ferner muß die Luft im Freyen nach Verhältniß ihrer Dichtigkeit drücken; und eben hieraus ist es abzuleiten, daß das Fallen des Quecksilbers in der torricellischen Röhre, wenn es nach höhern Regionen der Luft gebracht wird, nicht den Höhen proportional, sondern immer verhältnißmäßig kleiner ist. In höhern Gegenden ist nämlich die Luft dünner, in niedrigeren dichter (§. 378.).

De Luc Untersuchungen über die Atmosphäre, Ab. II. S. 270 ff.

§. 386. Der Druck der Luft kann keine Bewegung hervorbringen, so lange er von allen Seiten gleich bleibt: er äußert sich aber segtrich, so bald er einseitig wird, oder auch auf der innern und äußern Fläche eines Körpers ungleich Statt findet.

## Phänomene gewichtiger, ausdehnbarer Flüssigkeiten. 237

Hierher gehören die nachher bei der Luftpumpe anzustellenben Versuche: 1) mit dem magdeburgischen Halbkugeln; 2) das Zerbrechern einer Blaschreibe, die auf einen metallenen Cylinder gestülpt ist, aus welchem man die Luft auszieht; 3) das Zerreißen einer über eben demselben gespannten Blase.

§. 387. Wenn also die Luft nur von Einer Seite her auf einen Körper drückt, und dieser beweglich ist, so kann er dadurch in Bewegung gesetzt werden.

Hierher gehört:

1) Robert's Versuch, oder Pascal's Kammer.

*Tentamina experimentorum. natur. capt. in academia del Cimento. S. 29 f.*

2) Otto von Guericke's Windbüchse mit verdünnter Luft.

*C. Schott's technica curiosa. L. II. S. 881. Oison. de Guericke's experimenta de vacuo spatio. S. 112.*

§. 388. Endlich folgt auch aus §. 386, daß, wenn die Luft auf einerley tropfbar-flüssige Materie ungleich drückt, diese letztere nach der Gegend hin, wo sie weniger Druck von der Luft erleidet, bewegt werden muß. Hierauf gründet sich die Wirkung des Hebbers (Sypho.).

§. 389. Der gemeine Heber (Fig. 130.) besteht aus einer gekrümmten Röhre abc, wovon der eine Schenkel bc länger ist, als der andere ab. Der Heber sey mit einem Liquidum gefüllt, und sein offener Schenkel ab in ein offenes Gefäß AB, das auch dieses Liquidum enthält, bis g eingetaucht. Es ist aus dem Vorhergehenden (§. 313.) klar, daß die Flüssigkeit in ag durch den Druck der diesen Schenkel umgebenden gleichartigen Flüssigkeit erhalten wird. Der Druck der Luft findet auf die Fläche fh der Flüssigkeit im Gefäße Statt; er findet aber auch Statt gegen die Fläche der Flüssigkeit an der Mündung o des längern Schenkels des Hebbers. Jenem Drucke der Luft auf die Fläche fgh drückt die Flüssigkeit in dem Schenkel ba entgegen, aber nur der Theil bg; dem Drucke der Luft gegen c drückt die Flüssigkeit in dem Schenkel bc entgegen. Da dieser letztere Gegenbruch wegen der längern Säule der Flüssigkeit bc größer ist, als der Gegenbruch von bg, so erfolgt die Bewegung des Liquidums nach der Richtung der größern Kraft: es

steht aus dem längern Schenkel in  $c$  aus, und steigt in  $a$  in dem kürzern empor; oder es ist eben so gut, ob die Luft auf  $sch$  stärker drückt, als gegen die Mündung  $c$ . Zwar ist die Luftsäule, die gegen  $c$  drückt, um  $dc$  länger, aber das Liquidum innerhalb  $dc$  ist auch um vieles dichter, als die Luft, und daher sein absolutes Gewicht um vieles größer, als das absolute Gewicht der Luftsäule von gleichem Durchmesser und der Höhe  $cd$ .

In Mammoney Deccos Hydrostatics (Bilders Sam. XLIII. S. 147) wird das durch Saugen zum Anheben der Wässer, während des Ansteigens durch eine besondere Fortsetzung gleichförmig und inaktiv mit Luft gemengt und dadurch merklich leichter, so daß es in gleichem Verhältniß höher als 31 Fuß gehoben werden kann.

§. 390. Wenn (Fig. 120.) der Schenkel  $ba$  des Hebels mit einer specifisch schwerern Flüssigkeit  $L$ , der Schenkel  $bc$  hingegen mit einer specifisch leichtern Flüssigkeit  $I$  gefüllt, und das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichts von  $L$  zu dem von  $I$  größer ist, als das Verhältniß der senkrechten Höhe von  $c$  bis  $b$  zu der von  $a$  bis  $b$ : so wird, wenn die Mündungen  $a$  und  $c$  geöffnet werden, nach hydrostaticchen Gesetzen der Ausfluß aus  $a$ , und nicht aus  $c$  Statt finden. Wenn ferner das Gefäß  $AB$  mit einer specifisch schwerern Flüssigkeit  $L$ , der Heber aber mit einer specifisch leichtern angefüllt ist, so kann es aus den angeführten Gründen kommen, daß der Heber in  $c$  zu fließen aufhört, nehmlich dann, wenn die in dem kürzern Schenkel  $bc$  gesaugten und darin noch befindlichen Flüssigkeiten zusammen eben so stark in der senkrechten Richtung drücken, als die leichtere in dem längern Schenkel  $ba$  thut.

§. 391. Wenn (Fig. 120.) der kürzere Schenkel  $bc$  des Hebels länger ist, als die Höhe, bey welcher das Liquidum, das durch den Heber fließen soll, in der terrestrischen Döhre durch den Druck der Luft erhalten werden könnte, so kann der Heber nicht wirken.

§. 392. Es kann kein Ausfluß aus dem äußern Schenkel des Hebels geschehen, wenn dieser äußere Schenkel kür-

ger ist, als der innere  $bg$  (Fig. 130.); dann geschieht nichts mehr der Ausfluß aus  $a$ . Dies ist auch der Fall, wenn der längere Schenkel  $ba$  in einer Flüssigkeit derselbigen Art steht, als  $ba$ , aber tiefer, z. B. bis  $k$ .

§. 393. Wenn beide Schenkel  $ba$  und  $ba$  des Hebers (Fig. 131.) gleich lang sind, so kann aus dem mit einerlei Flüssigkeit gefüllten und senkrecht gehaltenen Heber nichts ausfließen, indem deregendruck der Luft gegen  $a$  und  $c$  gleich groß ist. Taucht man aber den einen Schenkel, z. B.  $ab$ , in eine Flüssigkeit dieser Art, z. B. bis  $feh$ , so fließt der Heber bei  $c$ , und zwar desto stärker, je tiefer der Schenkel  $ab$  eingetaucht wird. Icht ist nemlich die Flüssigkeit, die in dem Schenkel  $ab$  gegen die Luft drückt, nur in der senkrechten Höhe  $bg$  zu nehmen. Ein Heber dieser Art heißt ein württembergischer Heber.

§. 394. Außer dem Bedrauche, zu welchem die Heber im gemeinen Leben nützen, dienen sie auch zur Erklärung mancher Phänomene der Natur und Kunst. Dahin gehört:

- 1) Die Wirkung einiger natürlichen Brunnen, die sich von Wasser ausleeren, wenn es darin bis zu einer gewissen Höhe gestiegen ist; „die sogenannten Hungersquellen, der Lutzenzer See in Krain, die Wassers abzüge in Kalk- und Gypsgebirgen, vorzüglich jene in den Mansfelder Kalkschloten, der Bauerngraben im Stollbergischen, der Kanal von Languedoc mit seinen gemauerten Hebern, der an einigen Stellen am Abhange von Gebirgen fortläuft, das von denselben abfließende Wasser auffängt, und zur Verhütung des Ueberfüllewerdens seine Wasser durch jene Heber verliert, deren höchste Punkte sich ohnfern der Oberfläche des höchsten Wasserstandes im Kanal befinden, und deren kürzere Schenkel bis an den Boden des Kanals reichen, während die längeren am Gebirgsabhange herabsteigen. Der kürzere Schenkel hat in einer gewissen Höhe ein Loch, um zu verhüten, daß der Kanal nicht ganz entleert werde.“

„Kt.“

Muschenbroek *Introd. ad philos. nat.* T. II. §. 2100. *Journal des Sav.* A. 1738. E. 455. *Mem. de l'Acad. des Sc.* 1738. *Philos. Transact.* No. 304. Vol. XLII. E. 908. *Annal. chym.* No. 474. Vol. XLVII. E. 501.

2) Die Einrichtung des künstlichen Tantalus, des Verhüblers oder Diabetes der Altem.

Muschenbroek a. a. O. §. 2109.

Heronius, *Alexandrinus, Spirituum liber.* Amstelod. 1716. 4. Prop. 12.

3) Die Wirkung des Kircherschen Hebels.

Wolffs *natl. Versuche.* Th. III. E. 376. §. 126.

4) Die Wirkung der sogenannten *Graterna Caritas*, eines dreh- und mehrschenkigen württembergischen Hebels.

5) Kirchers Brunnen.

Karstens *Analysen.* des *Naturl.* §. 152.

§. 395. Die Erfahrung lehrt, daß an einem und demselben Orte die Höhe des Quecksilbers in der torricellischen Röhre (§. 379.) nicht die selbe bleibe, sondern zu verschiedenen Zeiten bis auf eine gewisse Gränze größer oder kleiner ist. Es folgt hieraus, daß in der Atmosphäre Ursachen wirksam seyn müssen, die den Druck der Luft auf die Quecksilbersäule veränderlich machen. Weil also die torricellische Röhre den Druck der Luft durch die damit correspondirende Quecksilbersäule anzeigt, so hat man ihr den Namen des *Barometers* (*Schweremesser*), oder *Baroscops* (*Schwerescheiter*) gegeben; und weil mit der Veränderung des Drucks der Luft gewöhnlich eine Veränderung der Witterung verknüpft ist, so hat man es auch ein *Wetterglas* genannt.

§. 396. Man hat dem Barometer mancherley Einrichtungen zu geben gesucht, theils um es zu verschiedenen Anwendungen bequemer, theils die Veränderungen auffallender zu machen und genauer zu messen. So wie die Einrichtung §. 379. angegeben ist, und wie sie zuerst von der Erfindung war, erfordert das Instrument viel Quecksilber, und

und ist nicht bequem zu transportiren. Man krümmte zu dem Ende die Röhre wieder aufwärts, und maß die Höhe der Quecksilbersäule von der horizontalen Oberfläche des Quecksilbers in dem kürzern Schenkel. Da aber das Quecksilber, wenn es in der längern Röhre durch den verminderten Druck der Atmosphäre, z. B. um einen Zoll sinken sollte, in diesem kürzern Schenkel steigt, und nun hier wieder um so viel durch seine eigene Schwere zurückwirkt, folglich macht, daß das in der längern Röhre enthaltene nur um einen halben Zoll sinken kann; so gab man diese Einrichtung bald wieder auf, die man doch nachher für die vollkommenste erkannt hat. Man gab also diesem kürzern Schenkel ein weites kugelförmiges Verhältniß, damit das in der längern Röhre herabfallende Quecksilber sich in einen desto weitern Raum ausbreiten und hier in der Kugel die Höhe desselben nur unmerklich vermehren, auf das Zollen oder Stelzen in der engern Röhre aber keinen merklichen Einfluß haben möchte, da Flüssigkeiten von einerley Art auch in Röhren von ungleicher Weite gleich hoch stehen (§. 314.) Je weiter die Kugel des kürzern Schenkels in Vergleichung der corrickelischen Röhre ist, um desto weniger wird das Niveau der Quecksilberfläche in dieser Kugel durch das Steigen und Fallen des Quecksilbers in der corrickelischen Röhre erniedrigt oder erhöht.

Die weiter unten zu erwähnenden Höhenbarometer, dienen vorzüglich zu Höhenmessungen mittelst des Barometers, d. h. um aus dem beobachteten Barometerstande auf die Höhe des Beobachtungsorts über einem andern bekannten, oder wenigstens über die Meeressfläche schließen zu können. Begibt man sich nämlich in der freien Luft zu mehreren verschiedenen Höhen hinauf, beobachtet, daß die einzelnen zu vergleichenden Standpunkte gleich weit von einander entfernt sind, so stellen die Barometerstände vom obersten Standpunkte bis zum untersten, hinsichtlich der zwischen beiden gegebenen übrigen Standpunkte eine zunehmende geometrische Reihe dar, so daß, wenn z. B. das Barometer an der Meeressfläche 28 Zoll hoch, und 1000 Fuß höher 26 Zoll hoch stände, würde es, abgesehen vom Einfluß der zunehmenden Kälte) bei 2000 Fuß Höhe einen Stand von 24", 14; bei 3000 Fuß 22", 42 u. s. f. zeigen, und da in jedem logarithmischen Systeme, die in den Logarithmen geborenen Zahlen eine geometrische Reihe bilden, wenn die Logarithmen in einer arithmetischen Reihe zunehmen, so erhält man nach de Moir, Moir's Flaresche, 6. Zoll.

die actuelle Höhe des Lufte, wenn man die auf beiden, dem mittlern und dem obern Standpunkte beobachteten, auf einerley Temperas für des Merkurs reduirten Barometerstände, in alchastischen Maßstabellen, z. B. pariser Linien, oder Zehntellinien re. ausstricht, diese auf die zu beiden Stellenanordnungen gehörigen Logarithmen aus den logarithmischen Tafeln nimmt, den kleineren vom größeren abzieht, und den Unterschied beider Standpunkte in par. Fuß macht. Man hat den Höhenunterschied beider Standpunkte in par. Fuß gemacht, wie er wäre, wenn die ganze Luftmasse 16½° R. hätte. Für jeden Grad Medium, um welchen das Mittel aus der Lufttemperatur beider Standpunkte höher ist, als 16½° R., zieht man von der berechneten Höhe den 215 Theil ab, und für jeden Grad, um welchen jenes Mittel höher als die Temp. von 16½° R. ist, setzt man den 215 Theil der arithmetischen Höhe zu, um die wahre Höhe zu erhalten. = Nach Laplace u. a. ist in dieser Regel, wegen fehlerhafter Thermometerbeobachtung die Normaltemperatur von 16½° R., um ungefähr 3, 33 zu hoch angegeben und sollte sein = 15, 4. Die dabei anstehende Verbesserung obiger Formel findet man ausführlich in Gilbert's Ann. LXVI. S. 132 und 134.

Kr."

§ 397. Zu ganz genauen Beobachtungen aber, und zu solchen Versuchen, wo das Fallen des Quecksilbers sehr beträchtlich ist, kann dieses Barometer aus den angeführten Gründen nicht sicher angewendet werden, wenn man die Scale nicht beweglich macht. Herr de Luc ging daher zu der erstern einfachen Einrichtung dieses Instruments wieder zurück, und zeigte, daß das Barometer mit dem nach oben zu gekrümmten, gleich weiten Schenkel, oder das sogenannte heberförmige oder Heberbarometer, alle Vorzüge besitze, und durch die gehörige Einrichtung desselben der vorhin genannte Fehler, daß es die Höhe des Quecksilbers beim Fallen zu groß und beim Steigen zu klein anzeigt, völlig gehoben werden könne. Wenn man nemlich von dem, um welches das Quecksilber in der längern Röhre gefallen ist, das abzieht, um welches es in dem kürzern Schenkel stieg, oder zu dem, um welches es in dem längern Schenkel stieg, das, um welches es in dem kürzern fiel, addirt: so hat man jedesmal die wahre Höhe des Falls und Steigens. Nur die Quecksilberhöhe in der corollischen Röhre, die über dem Niveau des Quecksilbers im kürzern steht, ist es, die dem Drucke der Luft correspondsirt. Durch ihre Messung findet man daher auch immer



**Phänomene gewichtiger, ausdehnbarer Flüssigkeiten. 243**

die Höhe einer Quecksilbersäule die mit dem Drucke der Luft im Gleichgewichte ist.

„Ueber thermometrische Bestimmungen vgl. weiter unten § 581.  
Nam. 2c.

De Luc über die Atmosphäre, § 581 §.

§ 398. Zu der genauen Einrichtung des Barometers gehört: 1) daß es bloß und allein durch Veränderungen im Drucke der Luft affectirt werde, und diese Veränderungen auch wahrhaft anzeige. Dazu ist nöthig, daß die torricellische Leere vollkommen von Luft rein sey: denn wenn sie Luft enthält, so wird die Quecksilbersäule kürzer seyn, als sie sollte, und die Wärme wird darauf Einfluß haben. Durch Erhöhung der torricellischen Leere muß also das Quecksilber in der Röhre nicht herabgedrückt werden oder sinken. Um diese torricellische Röhre rein zu erhalten, ist es nöthig, bei Verfertigung des Barometers das Quecksilber in der Röhre stark auszukochen.

Wie der allgemeinen Wirkung der Wärme auf alle Körper wird man leicht einsehen, daß die Barometerhöhe bei größerer Wärme größer, und bei geringerer Wärme kleiner seyn müsse, wenn auch der Druck der Luft derselbe bleibt. De Luc fand bei genauer Untersuchung, daß eine 27 Zoll lange Quecksilbersäule vom natürlichen Gefrierpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers um 6 Linien oder  $\frac{1}{2}$  ihrer Länge zunehme. Nimmt man diese Bestimmung für die richtige, so muß die Quecksilbersäule im Barometer, das dem natürlichen Gefrierpunkte auf 27 Zoll stand, bei unverändertem Drucke der Atmosphäre z. B. um eine Linie steigen, folglich 28 Linien hoch stehen, wenn die Temperatur um den höchsten Theil des Fundamentaltabellantes vom Thermometer zunimmt auf 60° Fahr. oder 15½° Reaum. wird. Die Veränderung der Wärme um 90° Fahr. bringt also das Barometer jedesmal um eine Linie höher, und jede Veränderung um 1° und  $\frac{1}{2}$  einer Linie. Herr de Luc hat zu dem Ende um mehrerer Bequemlichkeit willen den Fundamentaltabelland vom natürlichen Gefrierpunkte bis zu Siedepunkt, am Thermometer in 96 gleiche Theile getheilt: und so kommt auf jeden abten Grad Zunahme der Wärme dieses Thermometers eine Linie der Höhe des Barometers, und auf jede Veränderung der Wärme um einen Grad,  $\frac{1}{2}$  Linie Veränderung des Barometerstandes.

De Luc Unterf. über die Atmosph. §. 550 — 565.

Ohne durch neue Scalen die Thermometersprache unnöthiger Weise noch mehr zu erweitern, hatet man die Verrichtung des Barometers standes wegen der Wärme, wenn der am Thermometer beobachtete Grad  $\frac{1}{2}$ , der, auf welchen man die Beobachtung reduciren will, is, und die Zahl der Grade des Fundamentaltabellantes vom Eispunkte bis zum Siedepunkte  $\frac{1}{2}$  heißt, wenn man zur beobachteten Barometerhöhe

B noch  $\frac{1-k}{541}$  B hinzulegt, oder wenn  $1-k$  negativ ist,  $\frac{k-1}{541}$  B das von abjunkt. (S. Gehler's physikal. Wörterb. Art. Barometer)

Noch ist hier zu erinnern, daß der Höhenmetersabstand an der Zehrentenstischen Scala vom natürlichen Schmelzpunkte  $b$   $s$  zum Siedepunkte  $c$  bei der Bestimmung des Herrn de Luc von 27 F. Barometerhöhe entsprechend nur gleich 178 Gr. geteilt werden kann, nicht 100 Gr.

Von Lavoisier physik. physik. II, S. 107 f.

„Vergleiche auch: Gattiker's Tabelle für barometrische Höhenmessungen, nach der Schichtmethode des Herrn Prof. Benzenberg, mit einer Vorrede vom Hrn. Prof. Münke. Gießen 1817. in 8. Nr.“

Nach Roy (Philos. transact. Vol. LXXII. S. 675 ff.) beträgt die verlangte Ausdehnung einer 27 Zoll langen Quecksilbersäule durch die Wärme vom natürlichen Schmelzpunkte  $b$   $s$  zum Siedepunkte  $c$  17,417 engl. Zoll, oder 476,7 parisi. Linien; auch ist die Zunahme durch gleiche Anzahl von Graden in den verschiedenen Temperaturen meist gleich groß. Nach Rosemihal's Vortrag: zur Vervollständigung, Kenntniß und Gebrauch meteorologischer Werkzeuge, Gotha, B. I. 1782. B. II. 1784. 8.) ist die Ausdehnung der Quecksilbersäule 5,56 parisi. Lin., und nach Lenz (Beschreib. von Barometern, I. unten S. 407. Anm.) 5,64 parisi. Linien.

„Aus Dalton's Untersuchungen acht bemerkt, daß sich die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme, verhält, wie das Quadrat der Temperatur, vom Schmelzpunkte an gerechnet; eine Bemerkung, auf die wir im 1. Hauptst. d. II. Th. zu verweisen werden. Nr.“

„Neuere Versuche haben auch Lavoisier und Laplace angeestellt, und die Ergebnisse derselben stimmen sehr der de Luc'schen Beobachtungen sehr nahe. Einen einfachen Versuch, dem gemäß sich, durch die Erhöhe eines Fingers auf den Barometerstand, der Erhöhe letzter Scala, eines Quecksilberbarometers  $h$   $s$  so ermittelt, daß dadurch der corrigirte Barometerstand angezeigt wird, beschreibt Oersted Müller in Gilbert's Ann. V. S. 17. unter dem Namen: mechanisches Barometer.“

„Ebenso ist die Beobachtung zur Bildung eines Barometerstandes wegen des Einflusses der Luft, eine Thermometer haben zu Grunde (M. Lavoisier's Untersuchungen, 1787. T. I. S. 17.) Lavoisier's Journal de physique, T. XII. S. 7. ff., und Rosemihal's Anleitung, das de Luc'sche Barometer zu einem kleinen Grade der Vollkommenheit zu bringen. Gotha 1774. 1.), gegeben. Es gehört hierzu ein beiderseitig offenes Barometer, dessen Quecksilber ganz genau gleich hoch steht. Von Lavoisier physik. physik. I II S. 103 f.

„Obenstehende und ähnliche Anordnungen zu Höhenmessungen mit dem Barometer, haben Linderhan, Dierman u. d. Leubuscher, Engelfeld und Gortner nebst Andern zum Gebrauche derselben mitgetheilt. Gilbert's Ann. LXXVIIII. S. 449. 501. 573. LXXXII. S. 408. Nr.“

§. 339. 2) Ein zweiter Umstand beim Barometer ist die Scale. Zu dem Ende wird die mit Quecksilber ge-

fallte, gehörig ausgelothe, und gleich weite Röhre auf ein Brett unbeweglich befestigt, und darauf die Scale nach einem sehr genauen Fußmaasse in Zollen und Linien aufgetragen. Bey uns ist es gewöhnlich, sich dazu des pariser Fußmaasses zu bedienen. Verm. heberförmigen Barometer sieht man gemeinlich in der Mitte der Quecksilbersäule in der kornelischen Röhre einen horizontalen Strich, trägt die Abtheilungen in Zollen, Linien und Zehnthelchen der Linien oberhalb und unterhalb derselben auf; und um die jedesmalige wahre Höhe der Quecksilbersäule, die durch den Druck der Luft erhalten wird, zu finden, addirt man den Stand des Quecksilbers oberhalb jener Metallinie und unterhalb derselben bis zum Niveau des Quecksilbers im kürzeren Schenkel zu einander. Wenn man das Barometer bloß zur Beobachtung der Veränderung des Drucks der Luft für einenley Ort braucht, so ist es hinreichend, die Unterabtheilungen der Zolle in Linien und Zehnthelchen der Linien nur einige Zolle oberhalb und unterhalb des Standes des Quecksilbers in beiden Schenkeln anzubringen. Zu den Beobachtungen kleinerer Theile des Maassstabes dient ein Nonius oder Vernier.

Da man sich auch des engl., rheinl. und schwed. schen Maasses zu den Beobachtungen hier und da bedient, so theile ich hier noch von Swinden (Polit. phys. T. II. S. 107) die Vergleichung derselben mit

engl.	rheinh.	paris.	schwed.
31 3	20 3.	1,13 L.	27 3.
30 .	19 .	1,13 .	26 3.
29 .	18 .	1,13 .	25 3.
28 .	17 .	1,13 .	24 3.

§. 400. 3) Bey der Beobachtung des Standes des Quecksilbers im Barometer und der Messung der Länge der Quecksilbersäule ist nöthig: daß die Röhre des Barometers vollkommen vertical hänge; daß bey der Beobachtung das Auge in einerley horizontaler Ebene mit der Fläche des Quecksilbers gehalten werde; und daß man den Stand des Quecksilbers bey dem höchsten Punkte seiner Convexität ermesse. 4) Sonst gehört noch zur Verfertigung genauer

und vergleichender Barometer als wesentlich: daß das Quecksilber von der größten Reinigkeit sey, und daher ein aetliches eigenthümliches Gewicht in den verschiedenen Barometern habe; welches allerdings ein Hauptumstand ist; daß die Röhre allenthalben gleich weit und ohne Kauligkeit; daß bey dem heberförmigen Barometer der kürzere Schenkel genau parallel mit dem längern und mit ihm von gleich weitem Durchmesser; und endlich, daß die Röhre von gehörigem Durchmesser sey.

Von Swinden polit. phys. T. II. S. 94 = 112.

Gleichheit der Durchmesser beyder Schenkel ist schon darum nöthig, weil das Queck in einer weiteren Röhre höher steht, als in einer andern (vergl. § 167) was man die Capillarität genannt hat. — In Gay-Lussac's verbessertem Heberbarometer, ist auch in so fern auf den Einfluß dieser Capillarität Rücksicht genommen worden, als dasselbe aus einer gezogenen, an beyden Enden geschlossenen Röhre besteht, deren längerer Schenkel sich unten gleichmäßig erweitert, um beyem Ausleeren des Instrumentes, das Sinken des Quecksilbers und das dadurch keine Störehaut gegen das Filas des kürzeren Schenkels zu machen, und dessen kürzerer Schenkel an der Seite in der Mitte oberhalb des Verlaufsorgans ein sehr feines, den Zutritt der Luft verhinderndes Köchlein hat, durch welches das Queck, vermöge seiner Eigenschaft nicht so leicht durchläuft, weshalb sich dieses Barometer vorzüglich zum Reisebarometer eignet. R.

§ 401. Um kleine Veränderungen des Drucks der Luft am Barometer recht bemerkbar zu machen, hat man allerley Complicationen und Künstleken daran ausgedacht. Dahin gehören:

1) Das Luygensche Doppelbarometer.

Journ. des Sav. 1678. Dec. S. 139. Oper. phys. T. I. S. 176. Muschenbroek introd. §. 268.

2) Das Hooke'sche oder de la Hire'sche Doppelbarometer.

Hook, in den philos. transact. No. 185 Vol. IV. S. 622. De la Hire, in den Mem. de l'acad. roy. des sc. 1708. S. 157 ff. Muschenbroek introd. §. 269.

3) Hooke's Radbarometer.

Hook micrographia. London, 1665. Fol. T. XXXVII. Fig. 4. Muschenbroek. §. 269.

4) Morland's schief liegendes Barometer.

Muschenbroek introd. §. 273.

5) Bernoulli's rechtwinkliges Barometer.

*Aufschreibrock* § 2033.

Alle diese Abänderungen des Barometers selbst aber hindern zu genauen Beobachtungen des Drucks der Luft die geheften Vortheile nicht, bringen Vermehrung der Friction zuwege, und der Einfluß der Wärme und Kälte darauf läßt sich nicht leicht und genau berechnen.

„Studer's Vermerk. über meteorologische Instrumente: Silber's Ann. LXXV. 56

De Luc's Unterf. über die Atmosph. Th. I.

„Es setz man ein Heberbarometer, von dem die Höhe der ganzen Quecksilber-Säule bey der Normaltemperatur (u. F. 50° F.), bekannt ist, so kann man die bey Höhenmessungen nöthige Correction wegen Einfluß der Wärme, auch ohne Thermometer machen

Von Anerbarometern sehe man: de Luc a. a. O. Th. II. § 459 ff. J. G. v. Magellan's Beschreibung neuer Baromet. a. b. Französi. Jahr 1783, A. Lichtenberg's Magazin für das Neue auf der Erde Th. I. St. 2. S. 98. Description d'un barometre portable par Mr. J. G. Dumas, in den Act. helv. T. III. S. 259 ff. Beschreibung eines neuen Anerbarometers, von Herrn Lutter, in Lichtb. Magaz. Th. V. St. 4. S. 84 ff. und Wilson's Barometer a. a. O. Th. III. S. 297.

„Ein brauchbares Anerbarometer ist auch das von Englishfeld beschriebene, vergl. Silber's Ann. LXXVIII. S. 249. Auch die umgebogene Zentralkörbe Röhre läßt sich als Anerbarometer benutzen, wenn man das untere durchsichtige Verlaßrohr mit einem Behälter, in der Mitte durch einen Deckel dergestalt schließt, daß die Röhre durch den Deckel ins Quecksilber taucht.

§. 402. Wenn eine Portion Luft von der übrigen freien Luft abgeschnitten, §. B. in ein Gefäß eingeschlossen wird, so wird dieser eingeschlossene Theil, weil er vorher mit der umgebenden Luft im Gleichgewichte, und durch ihren Gegenstand bis auf einen gewissen Grad zusammengedrückt war, eine Expansivkraft besitzen, die jenem Drucke der Luft im Freien gleich ist (§. 376.).

§. 403. Der Druck, den ein eingeschlossenes ausdehnbares Fluidum durch seine Expansivkraft ausübt, oder seine absolute Ausdehnbarkeit, läßt sich durch die Höhe der Quecksilbersäule messen, die es in einer in diesem eingeschlossenen Räume befindlichen torricellischen Röhre zu erhalten fähig ist.

„Die Größe der Dehnkraft, welche ein Gas nach allen Seiten gegen einander zu bringend zu Stande bringt, und die genau so groß sein muß als der Druck, den es von allen Seiten her erleidet, nennt man die Größe des Gegendrucks, welchen ein Gas, in einem geraden Räume nach allen Seiten zu übt, oder seine absolute Elasticität nennt man auch die Spannung (Tension) desselben, und unterscheidet davon die specifische Elasticität oder Eigendehnsamkeit, welche das Gas selbst mit dem Gas eine besondere, aus dem Volumen der Spannung derselben zu seiner Dichtigkeit entspringende ist. Wenn z. B. zwei Gasen darstellt, die eine mit reinem atmosphärischen Luft, die andere mit brennbarer Luft (Wasserstoffgas) angefüllt sind, daß sie gerade mit dem Drucke der äußeren umgebenden Luft im Gleichgewichte stehen, so haben sie gleiche Spannungen, während ihre Eigendehnsamkeiten verschieden sind, und sich verhalten, wie ihre Dichtigkeiten.“

§ 403. Es muß demnach auch die in einem Gefäße eingeschlossene Luft, die mit der äußeren nicht in Gemeinschaft ist (bei derselben Wärme), das Quecksilber in der corréctischen Röhre eben so hoch erhalten, als sie es zur Zeit der Einschließung im Freyen erhielt. So wird dann das Barometer zu einem Ausdehnungsmessner der Luft. Jeder eingeschlossene Theil der atmosphärischen Luft wirkt das durch seine Ausdehnbarkeit, was das Gewicht der Luft im Freyen bewirkt, eben weil diese Ausdehnbarkeit dem vorigen Drucke der Luft durch das Gewicht gleich ist (§ 378.).

§ 405. Es sey (Fig. 132.) in eine Glasugel b, von welcher unten die wieder nach oben zu gekrümmte Röhre f, ausläuft, ein elastisches Fluidum durch Quecksilber gesättigt, und das Quecksilber reiche in der oben bei a offenen Röhre bis g. Es ist klar, daß die in der Kugel b eingeschlossene elastische Flüssigkeit nicht nur, wegen der bei a offenen Röhre, den Druck der atmosphärischen Luft, sondern auch noch den Druck der Quecksilbersäule gf zu tragen hat, und damit im Gleichgewichte ist, und daß folglich ihre absolute Ausdehnbarkeit durch die vermalte Höhe der Quecksilbersäule eines daneben hängenden Barometers, addirt zu der Höhe der Quecksilbersäule gf, gemessen wird.

§ 406. Nun läßt sich auch leicht erklären, warum durch die Ausdehnbarkeit der eingeschlossenen Luft das Quecksilber



gen Erscheinungen des Druckes und dieselbigen Wirkungen hervorgebracht werden können, als durch den Druck vom mittelft ihres Gewichtes im Freyen (§ 379 — 394.).

§ 407. Die in einem Gefäße eingeschlossene Luft drückt durch ihre Ausdehnbarkeit gegen die Wände des Gefäßes von innen so stark, als die Luft von außen gegen dieselbe durch ihr Gewicht drückt (§. 376.), so lange sie im Innern des Gefäßes von eben der Beschaffenheit bleibt, als die äußere. Wird aber der Druck der äußern Luft größer oder kleiner, so kann kein Gleichgewicht mehr mit dem Drucke der innern Luft Statt finden.

Hierbei wirkt das Aufschwellen einer mit warmer Luft gefüllten Blase unter der Pöde der Luftpumpe, und das Entweichen des Wassers aus dem Perceutalle ebenfalls.

§ 408. Wenn auf eine tropfbare Flüssigkeit die Luft an zwei Stellen drückt, an der einen durch ihr Gewicht, an der andern aber, in einem Gefäße eingeschlossen, durch ihre Ausdehnbarkeit, und es wird nun in diesem Gefäße die Luft verdünnt: so wird das Gleichgewicht gehoben; die tropfbare Flüssigkeit wird durch den Druck der äußern Luft in das Gefäß getrieben, und steigt so hoch, bis der senkrechte Druck der aufgestiegenen Säule und die Ausdehnbarkeit der darüber stehenden Luft das Gleichgewicht mit dem Drucke der äußern Luft halten.

Es werde eine Blase von elastischem Harze, die zusammengepreßt ist, mit einer offenen Mündung in Wasser gehalten. Es wird sie sich wieder ausdehnen, wird die Luft darin verdünnt, und das Wasser steigt darin auf.

§ 409. Hierauf gründet sich auch die Wirkung der Saugpumpen (*Anthae a pirantes, lactariae*), in welchen durch den einseitigen Druck der Luft auf die Fläche des Liquidums dieses in den Stiefel der Pumpe emvorgehoben wird. Die größte Höhe, zu welcher das Liquidum darin durch den ganzen Druck der Luft erhoben werden kann, ist die, in welcher eben dieses Liquidum in einer torricellischen Röhre stehen würde. Daraus folgt denn, daß eine und dieselbe Flüssigkeit an höhern Orten durch die Saugpumpe



nicht so hoch erhoben werden kann, als in niedrigeren (§. 384.), und daß bey unverändertem Drucke der Luft die specifisch schwerere Flüssigkeit nicht so hoch getrieben wird, als die specifisch leichtere, sondern daß die Höhen, zu welchen Flüssigkeiten ungleicher Art durch gleichen Druck der Luft darin emporgehoben werden können, sich umgekehrt verhalten wie ihre eigenthümlichen Gewichte (§. 329.)

Hierher gehört auch eine schon von Muschenbroek entdeckte Art und Weise, die vacuo implenden Gewichte der Flüssigkeiten aus dem Höden zu bestimmen, zu welchen sie durch einen Druck der Luft erhoben werden. Das von ihm beschriebene Verfaßren kommt mit dem überein welches späterh n. Scanegeary, unter dem Namen *Hygroclimax*, und dann auch Howard für neu ausgeben.

Muschenbroek introd. ad physiol. natural. T. II. p. 1303. T. XVII. fig. 14. T. XXXII §. 12. Scanegeary im Journ. de phys. T. XIII. S. 80. Richard's Vorlesungen über die Experimentalphysik. Bd. I. S. 164.

§. 410. Ferner gründet sich auf dieses gehobene Gleichgewicht und den daher entstehenden einseitigen Druck der Luft (§. 407. 408.) die Wirkung des Saugens der Kinder, beim Lobafruchen, u. s. w.; der Mechanismus beim Trinken, beim Athmen; die Wirkung der Schröpfköpfe (*Curcubitalae scarificatoriae*); das Füllen der Blasebälge mit Luft; die Wirkung des Streckhebers (*Anthra oenopolarum*); Sturmo intermittirender Brunnen

Muschenbroek u. s. a. D. S. 1114.

§. 411. Wenn die Luft in einem Gefäße zusammengeedrückt oder auch mehr Luft in das Gefäß gezwängt wird, so wächst ihre Dichtigkeit, und zwar im umgekehrten Verhältniß ihres Raumes (§. 52); es wächst aber auch ihre Ausdehnbarkeit (§. 374), und der Druck, den sie im mehr verdichteten Zustande durch ihre Expansivkraft ausübt, ist eben so groß, als den sie bey derselben Dichtigkeit im Freyen ausüben würde (§. 404)

§. 412. Der Druck der in einem Gefäße eingeschlossen und comprimirt Luft gegen die Wände des Gefäßes, und überhaupt gegen das Hinderniß ihrer Expansion, ver-

hält sich demnach (bei gleicher Wärme) zum Drucke der äußern Luft, wie die Dichtigkeit von jener zur Dichtigkeit von dieser. Wenn also die Luft in einem Gefäße doppelt so dicht ist, als die äußere (bei übrigens gleicher Wärme), so ist es eben so gut, als ob die Luft im Gefäße die Dichtigkeit der äußern Luft hätte, auswendig aber alle Luft weggenommen wäre.

Vom Saugen positiones phys. T. II. §. 254 f.

„Die genaue Achtung der drei gemachten Schlüsse beruht auf dem Mariottischen Gesetze (h. 415)“ 3.

§ 413. Zur bequemen Zusammenpressung der Luft diene die Druckpumpe oder Compressionpumpe. Die Winkler'sche Druckpumpe vereint Einfachheit mit Bequemlichkeit, und ich bediene mich ihrer mit einigen Abänderungen.

Winkler's Anfangsar. d. Phys., Parga 1751 S. 150 ff.

Eine anal. St. Kuhn's beschreibt Wolf (Miq. Versuche. Bd. III. S. 6. 7.)

§ 414. Auf den vermehrten Druck der eingeschlossenen comprimierten Luft gründet sich die Einrichtung und Wirkung:

1) Des Heronballons (Pila Heronis) und des Fonticulus compressionis.

Muschenbroek a. a. O. § 2110.

2) Des Heronbrunnens (Fonticulus Heronis).

Muschenbroek a. a. O. § 2110.

3) Die Windbüchse (Delopeta pneumatica).

Muschenbroek a. a. O. ff. 2111, 2112.

4) Die magischen Tonne.

Karsten's Anfangsgr. der Naturwissensch. § 289.

5) „Verschiedene Vorrichtungen, um Wasser durch verdichtete Luft zu Höhen zu erheben, welche die Druckhöhe des Aufschlagwassers um ein Beträchtliches übersteigen; z. B. die vom Oberkunsmeister Höll in dem Amalienbach zu Schemnitz in Ungarn im Jahr 1753 angelegte sogen. Luftpumpe, durch deren Luft-

trud, das Grubenwasser aus bedeutenden Tiefen herausgehoben wird; vergl. Resener's Bemerk. über die Selbststeuerung derselben in Gilbert's Ann. XLIII. S. 391 u. ff.; ferner Mannoury, Deccot's, Elesses, Goodwynne's u. a. hieher gehörige Vorrichtungen und Resener's Verbesserung der Wirtzschens Spiralspumpe u. vergl. a. a. O. S. 153. 167 u. ff.

Kr."

6) Die Einrichtung der Gebläse; vergl. Karsten's Eisenhüttenkunde. I. B.

Kr."

7) „Die Feuersprizen mit Windkessel.

Kr."

§. 415. Die Erfahrung lehrt, daß die Mäame, zu welchen einerley Masse von Luft bey sich gleichbleibender Temperatur durchs Zusammenpressen gebracht werden kann, sich umgekehrt verhalten, wie die drückenden Kräfte oder Gewichte; und zwar ergeben die Versuche dieses Gesetz, welches das Boyle'sche oder Mariottische Gesetz heißt, sowohl bey der verdichteten, als bey der verdünnten atmosphärischen Luft.

Rob. Boyle's defence against the objections of Linus. Lond. 1663. 4. (chap. 5.)

Mariotte essay de logique. à Paris 1673. C. 673.

§. 416. Um dieses Gesetz für dünnere Luft, als die gewöhnliche atmosphärische ist, zu bestätigen, läßt sich die Erfahrung auf folgende Art anstellen. Es sey (S. g. 133.) AB eine mit Quecksilber gehörig gefüllte, gleich weite, torricellische Röhre, die in dem Gefäße B in Quecksilber vertical stehe. Das Quecksilber reiche darin durch den Druck der äußern Luft bis C, und CB sey also die dermalige Barometerhöhe, AC die torricellische Leere. Man lasse nun eine Portion dieser Luft, die für sich unter dem dermaligen ganzen Drucke der Luft den Raum AD messen würde, in die Röhre hinaustreten. Der Erfolg wird seyn, daß das Quecksilber in der Röhre nicht bis D, sondern tiefer herabsinken wird, z. B. bis E, und daß folglich die Luft sich von

dem Raume AD zu dem Raume AE ausdehnen wird. Die Ausdehnbarkeit dieser dünnern Luft zusammen mit dem Gewichte der Quecksilbersäule EB steht im Gleichgewichte mit dem Drucke der Kugelsphäre oder der gleichgeltenden Quecksilbersäule CB; folglich steht auch der eingeschlossene Luftraum AF allein im Gleichgewichte mit einer Quecksilbersäule von der Höhe CH, weniger der Höhe EB, oder von der Höhe CE. Es kann demnach das Gewicht der äußern Luft, das die verdünnte Luft in AE zusammendrückt, durch das Gewicht der Quecksilbersäule CE ausgedrückt werden. Wird der Versuch mit der gehörigen Genauigkeit angestellt, so verhalten sich die Räume der Luft AD und AE, wie CE zu CB, oder umgekehrt, wie die respectiven auf sie drückenden Gewichte.

Mus. herb. a. d. D. f. 309. s'Erasm. Lande hat zur Anstellung des Versuches einen genau'n Apparat beschriben (Eiam. phys. S. 2. 02 f.).

Const. läßt sich der Versuch auf eine leichtere Weise auch so anstellen, daß man die Glasröhre zum torricellischen Versuche (S. 129.) nur zum Theil mit Quecksilber füllt, und darüber Luft stehen läßt, dann ihre Oefnung mit dem Finger zudalt, die Röhre umkehrt, die Luft in das andere Ende der Röhre treten läßt, und die Länge des Raumes in ihr, den sie einnimmt, bemisst die mit dem Finger geschlossene Oefnung in das Gefäß mit Quecksilber bracht, den Finger wegzieht, und die Höhe merkt, in der das Quecksilber durch den Druck der äußern Luft dahin gedrückt ist. Es versteht sich, daß man hierbey allen Einfluß der Wärme auf die eingeschlossene Luft vermeiden muß.

(„Die in S. 302 gegebene Methode ist schwierig und unsicher: die in der Anmerkung zur 2<sup>ten</sup> erwähnte verbindet Bequemlichkeit und Genauigkeit, wenn die Röhre gleiche Werte hat, oder wenigstens genau bemessen ist, und man sie oben nicht mit dem Finger, sondern mit einem eingewickelten Stöpsel verschließt.“ S. 7)

§. 417. Für die verdichtete Luft läßt sich das Gesetz auf folgende Art durch Versuche beweisen. Es sey (Figur 134.) PONM eine gekrümmte, allenthalben gleichweite, gläserne Röhre, deren Schenkel MN und PO genau parallel laufen; sie sey in M geschlossen, in P aber offen. Es sey etwas Quecksilber in dieselbe geschüttet, und fülle den Theil NO derselben an, wodurch nun die Luft in NM dadurch gesperrt ist. Wenn das Quecksilber in N in gleicher Höhe steht mit dem in O, so hat die Luft in NM das Ges

nicht der Quecksilbersäule zu tragen, welche der damaligen Barometerhöhe  $= a$  correspondirt. Man gieße nun mehr Quecksilber in die Röhre  $PO$ , i. B. bis zur Höhe  $X$ , so wird die Luft im Schenkel  $MN$  dadurch stärker zusammengepreßt, und i. B. den kleineren Raum  $MZ$  einnehmen. Man ziehe die Horizontalinie  $ZF$ , so ist klar, daß die in  $MZ$  eingeschlossene Luft jetzt das Gewicht der Quecksilbersäule von der damaligen Barometerhöhe  $= a$  und der Quecksilbersäule  $XF$  zusammen zu tragen habe. Von genau angestelltem Versuche aber, und gleichbleibender Temperatur, wird der Raum  $MZ$ , den die stärker zusammengepreßte Luft jetzt einnimmt, zu dem Raume  $MN$ , den sie vorher einnahm, sich verhalten, wie  $a$  zu  $XF + a$ , folglich umgekehrt wie die respectiven auf sie drückenden Gewichte.

Muschenbroek a. a. O. S. 210.

§. 418. Die Abweichungen, die Einige bei ihren Erfahrungen hierüber gefunden haben wollen, kommen auf Rechnung von Fehlern, die bei Anstellung dieser Versuche leicht mögl. sind, sowohl in Ansehung der Messung, als besonders des Einflusses der Wärme und Feuchtigkeit.

Von Sav. adent. posit. phys. T. II. S. 263.

§. 419. Muschenbroek fand das Mariottische Gesetz bei einer vierfachen, und Wankler bei einer achtfachen Verdichtung der gewöhnlichen Luft noch zutreffend. Wie weit es aber überhaupt bei den möglichen Graden der Verdichtung oder Verdünnung der Luft noch zutreffe, das wissen wir nicht.

Muschenbroek a. a. O. S. 2107. Schler's phys. Wörterb. Bd. III. S. 15.

Wenn Luft ganz aus Innerer der Erde dringt, und mit der äußern Luft in Communication ist; und wenn das Mariottische Gesetz daher noch immer gültig bleibt; so mußte diese Luft weiter und weiter drüher und d. hier werden, und endlich das specif. Gewicht des Goldes erlangen und darüber, und zwar schon bei einer Tiefe, die noch nicht den achtzigsten Theil des Radius der Erde beträgt.

§. 420. Es ist nach der Natur der expansibeln Flüssigkeiten wahrsch. einlich, daß das Mariottische Gesetz auch

bei andern Gasarten Statt finde; wenigstens scheinen einige schon angestellte Versuche dieß zu bestätigen.

*Ex 12 Fontana opusculis physicis et chymicis. à Paris 1754.  
S. 124. Hædleri diss. de aëre fluid. ignis ad aëris genus perti-  
nentibus. Vind. 1773. S. 68.*

§ 421. Da sich die Dichtigkeit einer Materie umgekehrt verhält, wie die Räume, die sie einnimmt (§. 52.), so folgt aus dem Mariottischen Gesetze, daß die Dichtigkeit einer ausdehnbaren Flüssigkeit, bei übrigens gleichen Umständen, sich verhalte, wie die auf sie drückenden Kräfte oder Gewichte.

§ 422. Weil ferner die Expansivkraft einer ausdehnbaren Flüssigkeit der sie zusammendrückenden Kraft proportional ist (§. 376.), so muß sie sich auch, bei übrigens gleicher Wärme, verhalten, gerade wie die Dichtigkeit, und umgekehrt wie die Räume, die sie einnimmt.

§ 423. Ein ausdehnbares Fluidum, welches bloß seiner Expansivkraft in der Verbreitung folgte, müßte sich ins Unendliche verbreiten, weil die Ausspannungskraft sich nicht durch sich selbst beschränken kann (§. 39.); es würde also keine dauernde Atmosphäre um unsere Erde bilden können. Wenn aber das ausdehnbare Fluidum zu gleicher Zeit auch schwer ist, so wird durch die Schwerkraft desselben seine Beschränkung möglich, indem die Schwerkraft seiner Theile mit der Entfernung von der Erde in einem weit geringern Verhältnisse, als die Expansivkraft, bei seiner Verbreitung abnimmt. Jene nimmt nemlich im Verhältnisse des Quadrats der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde ab; diese hingegen nimmt ab im Verhältnisse des Cubus dieser Entfernung: und so muß endlich die Expansivkraft mit der Schwerkraft ins Gleichgewicht kommen, und durch diese beschränkt werden.

Es sey (Fig. 136) ein schweres ausdehnbares Fluidum eine Sphäre ABDE; ihr Radius sey BC, und C der Punkt, gegen welchen die Schwerkraft gerichtet ist. Diese Sphäre breite sich in der äußern FGHI aus, deren Radius FC = 2AC ist. Das ausgedehnte Fluidum wird nun einen Raum einfüllen, der zmal größer ist, als der vorige.



[illegible]

Die Naturforschung und andere Vorkommnisse über die Grenzen der Nützlichkeit der Wissenschaften der Menschheit weisen auf die Grenzen der Natur hin, die die Naturwissenschaften zeigen, und die damit verbundenen Grenzen, die die Natur der Natur selbst zu zeigen, können hier noch nicht angegeben werden, sondern haben sie ihren Platz in der Folge bei der speziellen Betrachtung der Wissenschaften der Natur.

§. 424 Die Wirkungen des Druckes der Luft durch ihr Gewicht und ihre Ausdehnbarkeit hat man besonders erst durch die Luftpumpe (*Acclia pneumatica*) kennen gelernt. Sie ist die Erfindung eines Deutschen, des Regensburgischen Burgemeisters Otto von Guericke. Er ist: seine, für die damalige Zeit sehr merkwürdigen Versuche zuerst im Jahre 1654 öffentlich zu Regensburg, im Gegenwart des Kaisers Ferdinand des Dritten und mehrerer deutschen Reichsfürsten an. Caspar Schoer machte diese Versuche zuerst bekannt. Aus seiner Schrift lernte sie Robert Boyle kennen, der nachher diese Erfindung mit einigen Veränderungen noch mehr verbreitete.

„Indem D. v. Suerbe im Jahr 1650 mittelst einer mehrgedachten Handpumpe Wasser aus einem überaus verstopften hölzernen Gefäße pumpen wollte, und so — durch Aufsteigen des Wassers — einen leeren Raum herzustellen, ward er, da nichts nicht gelang, indem das Holz Luft durchließ, genöthigt, statt dessen eine luftdichte Kugel zu nehmen, und indem er nun die Luft selber mittelst veränderter Vorrichtung zu verdrängen, stellte er so den ersten richtigen Anfang seiner Luftpumpe dar.“

*Cassp. Schotti ars mechanicæ-hydraulico-pneumaticæ. Herbip. 1657. 4. Otton de Guericke experimenta nova, ut vocantur, magdeburgica, de vacuo spatio. Amstelæd. 1672. fol. Rob. Serle nova experimenta physico-mechanica de vi æris elasticæ et ejusdem effectibus; ex angl. transl. Genev. 1680.; in franc. operibus.*



§. 425. Das Wesentliche der Luftpumpe besteht aus einem hinlänglich starken metallenen Cylinder, oder dem Stiefel, der inwendig so genau als möglich von gleich weitem Durchmesser ist, und in welchem ein genau passender Stempel (Embolus) bequem auf- und niedergeschoben werden kann. In den Boden des Stiefels tritt eine Röhre, welche durch einen Keller geht, auf welchen man den Recipienten, oder das Gefäß aufsetzt, aus welchem die Luft ausgepumpt werden soll.

§. 426. Wenn der Stempel von dem Boden des Stiefels in die Höhe gezogen wird, so tritt die Luft unter dem Recipienten, der auf den Keller der Luftpumpe genau aufschließen muß, wegen ihrer Ausdehnbarkeit durch die Röhre in den Stiefel, und die Luft wird also unter dem Recipienten verdünnt. Beim Zurückstoßen des Stempels in den Stiefel darf nun die Luft nicht wieder unter den Recipienten treten, sondern es muß die Einrichtung getroffen seyn, daß die Luft einen andern Ausgang finden kann. Ist dieß geschehen und wird der Stempel von neuem in die Höhe gezogen, so wird die Luft unter dem Recipienten abermals in den Stiefel treten, und solchergestalt bei wiederholter Arbeit immer mehr und mehr verdünnt werden. Je größer der Raum des Cylinders in Vergleichung mit dem Recipienten ist, desto stärker und schneller geschieht auch die Verdünnung.

„Die Stiefel sind gewöhnlich aus Messing, seltener aus Eisen oder Glas gegossen; Van Mons in Loewen u. s. a. Öppler bei seinen Luftpumpen mit gläsernen Stiefeln. Die Stempel oder Kolben bestehen entweder aus Metall (Zinn — bei gläsernen Stiefeln) welches mit Leder umlegt (geliebert) worden ist, oder aus zuvor mit Öl und Werg getränkten, zwischen zwei metallenen Scheiben zusammengepressten und auf der Drehbank abgetriebenen Lederstücken. Zu Tellern dienen am besten abwechselnd feine, gläserne; gewöhnlich sind sie metallene. — Statt der messingenen Röhren, würde man auch gußeiserne (samt gußeisernen Stiefeln, und geliebten Kolben) anwenden können, welches mit größerer Robustheit den Vortheil verbände, daß zufällig in die Pumpe kommendes Queck- nicht verdürbe, was unter gleichen Umständen bei messingenen unan-  
nehmlich ist.“

§. 427. Um beim Zurückstoßen des Stempels die in den Stiefel getretene Luft zu nöthigen, einen andern Ausweg zu finden, und um zu verhindern, daß sie nicht wieder in den Receptanten zurücktreten kann, dient entweder ein Hahn in der den Stiefel mit dem Teller verbindenden Röhre, der auf eine doppelte Art durchbohrt ist, und hernach beim Herausziehen und Hinunterstoßen des Stempels jedesmal gedreht werden muß, oder es sind Ventile angebracht, eins im Boden des Stiefels, und eins in dem Stempel, die sich beide aufwärts öffnen. Bei den Luftpumpen mit einem Hahne ist der Stiefel gewöhnlich und wegen der mehreren Bequemlichkeit liegend, entweder ganz horizontal, oder schief gegen den Horizont; bei denen mit Ventilen ist er stehend, und sie heißen deswegen auch wohl verticale Luftpumpen. Man hat diese auch mit zwei Eylindern, die sich in der gemeinschaftlichen Röhre des Tellers endigen, und zum schnelleren Auspumpen sehr bequem sind. Sonst sind bei allen diesen Luftpumpen mancherley Vorrichtungen angebracht worden, den Stempel in dem Eylinder bequemer auf- und nieder zu bewegen. Um übrigens in den Raum unter dem Receptanten auf dem Teller wieder bequem Luft lassen zu können, muß die Verbindungsrohre zwischen dem Stiefel und dem Teller mit einem Hahne oder Wirtel versehen seyn.

§. 428. Seit der Erfindung der Luftpumpe durch Otto von Guericke und ihrer ersten Verbesserung durch Rob. Boyle ist man häufig bemüht gewesen, dem Werkzeuge theils mehrere Vollkommenheit, theils mehrere Bequemlichkeit zu geben; diese Bemühungen haben aber auch zum Theil das Instrument complicirt gemacht. Auf die Verschiedenheit der Einrichtung des dabey angewendeten Mechanismus gründen sich verschiedene Arten der Luftpumpen, wovon ich hier nur die gewöhnlichen und die neuern nenne:

1) Senguerd's Luftpumpe. Sie ist mit einem Hahne und schief liegend oder horizontal, und die gezahnte

## Phänomene gemischter, ausdehnbarer Flüssigkeiten. 259

Stempelflange wird vermittelst eines Kreuzhalspels auf- und eingewunden.

Wolfs mögliche Verf. Th. I. S. 118 ff.

2) Hawksbee's Luftpumpe. Sie ist mit doppelten, stehenden Stiefeln, und mit Ventilen. Die bezahnten Kolbenstangen werden durch ein Stirnrad vermittelst einer Kurbel auf- und niedergewunden.

Acta eruditorum. Supplem. V. S. 405.

Hawksbee expériences physiques-mécaniques, trad. de l'Angl. à Paris. 1754. 2. Vol. 2.

3) Leupold's Luftpumpe. Sie ist von der vorliegenden dadurch unterschieden, daß die Kolbenstangen an einer Art Waagedallein durch einen doppelarmigen Hebel auf- und nieder gedrückt werden.

Acta eruditor. 1715. S. 95. Leupolds deutliche Beschreibung der sogenannten Luftpumpe. Leipzig 1707. 4. Erste Fortsetzung. 1711. 4.

4) Noller's einfache und doppelte Luftpumpe. Sie haben die Einrichtung, daß einerley Mechanismus, welcher die Kolben zu bewegen dient, auch den Hahn jedesmal in die rechte Stellung versetzt.

Noller, in den Mém. de l'acad. roy. des sc. 1740. S. 385 und 567. 1741. S. 558. ; ingl. in den Leçons de Phys. exprim. T. III. Léc. X. Karsten's Lehrbegriff der ges. Mathematik. Th. V. S. 453 ff.

o'Gravesande's einfache und doppelte Luftpumpe sind im Wesentlichen den Noller'schen ähnlich, nur mehr zusammengesetzt.

Job. von Müschenbroek Beschreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe, a. d. Franz. überl. von M. Job. Christoph Lenn. Augsburg 1705. 4. Karsten's Lehrbegr. Th. VI. S. 459 ff.

5) Smeaton's „von Haas verbesserte“ Luftpumpe, mit Ventilen, und so eingerichtet, daß sie auch zum Zusammendrücken der Luft angewendet werden kann.

A Letter from M. J. Smeaton, concerning some improvements, made by himself in the air pump; in den philos. transact. Vol. XLVII. S. 415 ff. Karsten's Lehrbegriff der Mathem. Th. VI. S. 445 ff. Ebendesselben Anfangsgr. der Naturl. § 352 ff.

Einige Verbesserungen dieser Luftpumpe hat Herr Leiste angegeben. (Beschreibung einer neuen Luftpumpe Wolfenbüttel 1779. 4.)

Die Smeaton'sche Luftpumpe, mit den von Rairne und Blane angebrachten Verbesserungen beschreibt Lichtenberg. (Erstebens Anfangsgr. der Naturlehre, 4te und 5te Aufl. nach der Vorrede.)

1) Savary's Luftpumpe mit Schiebern und Kolben ohne Ventile. —  
 Gaidlers N. 2. 1791. Gilbert's Ann. B. I. S. 552, Kirle's Luftpumpe; ebendas. B. II. S. 1. Kr."

6) Luthbergen's „von Reiser verbesserte“ Luftpumpe; ohne Hähne und Ventile, mit Stößeln und Delladen.

Beschreibung einer verbesserten Luftpumpe, von Joh. Luthbergen; a. d. Engl. Mannheim 1763. 8.

7) Schrader's Luftpumpe, mit metallenen Segelventilen.

Beschreibung einer neuen und vollkommenen Einrichtung der Luftpumpe. Knoch u. Leipzig 1791. 8, und in Green's Journ. d. Phys. B. III. S. 357 ff.

8) Van Marum's einstufige Zahnluftpumpe; Gilbert's Ann. I. und

9) Messerschmied's zweistufige Zahnluftpumpe ohne schädlichen Raum; ebendas. XLIII. S. 144 u. f.

10) Mendelsohn's Luftpumpe mit gläsernen Stiefeln und metallenen Kolben ohne Liederung; a. a. D. XXI. S. 96. — Muncke's Verbesserungen der Luftpumpe; a. a. D. XLII. S. 387 u. f. Kr."

Als eigenthümliche Arten der Luftpumpen sind folgende anzusehen:

11) Baader's Luftpumpen mit Quecksilber.

a) Phlogica oder Tauchbad, von Götter. I. Jahrg. 1764. S. 652.  
 b) Green's Journ. d. Phys. B. II. S. 56 ff.

12) Lindenburger's Luftpumpe mit Quecksilber.

Antiqua novae hydraulico-pneumaticae mechanismus et description, auct. C. F. Lindenburger. Lipsi 1767. 4.

§. 429. Zu den Erfordernissen einer guten Luftpumpe gehört: daß sie die Luft so viel als möglich verdünne; daß dieß schnell genug geschehe; daß sie zur Anstellung der nöthigen Anzahl von Versuchen geschikt, und von einfacher Construction sey, und daß sie keinen zu großen Aufwand an Kräften bez der Bewegung der Stempel erfordere.

## Phänomene gewichtiger, ausdehnbarer Flüssigkeiten 261

Eine Veraleichung der widersten der (S. 428.) anach die n Luft  
pumpen, nach diesen Verhältnissen, sieht man der von Dürer, po-  
lit. phys. T. II S. 143 ff.

§ 430. Zu den Recipienten bey der Luftpumpe be-  
dient man sich in der mehrsten Fällen gläserner Glöden von  
hinlänglicher Stärke, deren Gewölbe die äußern Luft aus-  
drückt, wenn der Druck verliert durch die Verdünnung  
der Luft unter der Glöde einsetzt wird. Um das Eindrin-  
gen der äußern Luft zwischen dem Rande der Glöde und dem  
Teller zu verhüten, dient ein angefeuchtetes Leder, in dessen  
Mitte ein Loch für die Oeffnung im Teller ist. Der Rand  
der Glöde muß recht eben und glatt geschliffen seyn. Man  
drückt sie anfangs etwas auf den Teller auf, bis sie hernach  
bey weiterm Fortpumpen durch den Druck der Atmosphäre  
fest genug anschließt. Wo aber die Feuchtigkeit des Leders  
schädlich seyn könnte, bedient man sich eines guten Kittes.  
Noch besser, obgleich kostbarer, ist es, wenn sowohl der  
Teller, als die Ränder der Glöden, spiegelglatt abgeschliffen  
sind. Dann braucht man bloß den Rand der Glöde  
gang dünne mit Talg zu bestreichen, und so die Glöde ein  
wenig an den Teller anzudrücken. Sonst verklebt man  
auch andere Gefäße, aus denen man die Luft aussaugen  
will, durch Zapfen mit Schraubenmütern, die in den  
Schraubengang der Verbindungsrohre des Tellers genau  
passen, und bringt auch noch mit Del getränktes Leder das  
zwischen. Um diese Gefäße mit der verdünnten Luft von  
der Luftpumpe abzunehmen, dient ein genau schließender  
Hahn in dem Zapfen.

Von der nöthigen Einrichtung des Recipienten, um verschiedene  
Bewegungen darunter vornehmen zu können, s. *Gravitation* u. s. w.  
phys. S. 2476 — 2484.

§ 431. Durch die Luftpumpe kann man keinen voll-  
kommen luftleeren oder torricell'schen Raum (S. 379.) her-  
vorbringen, sondern eigentlich nur eine starke Verdünnung  
der Luft. Die Dichtigkeit der Luft unter dem Recipienten  
nimmt in geometrischer Progression bey gleichförmigem Aus-  
pumpen ab. Bey gleichgroßen Zügen verhält sich ihre Dicht-

sigkeit vor jedem Zuge zur Dichtigkeit nach jedem Zuge wie der Raum, in den sie sich nach dem Zuge ausbreitet, zu dem Raume, in dem sie vor dem Zuge eingeschlossen war.

§. 432. Die Verdünnung der Luft unter dem Recipienten der Luftpumpe, oder eigentlich die Ausdehnbarkeit der darunter befindlichen expansibeln Flüssigkeit, was oft Wasserdampf ist, beurtheilt man durch Barometer. Dahin gehört: 1) eine Barometeröhre, die mit ihrem obern offenen Ende mit dem Raume des darauf stehenden Recipienten in Gemeinschaft ist, deren unteres offenes Ende aber in einem hinlänglich weiten Gefäße mit Quecksilber steht, von dessen Oberfläche an eine genau eingetheilte Scale angebracht, und woran die Barometeröhre selbst befestigt ist. Wenn nun die Luft unter dem Recipienten verdünnt wird, so wird sie es auch in dieser Barometeröhre, und der Druck der äußern Luft treibt das Quecksilber darin in die Höhe. Aus der Höhe des Quecksilbers darin, abgezogen von der dormaligen Barometerhöhe, ergibt sich das Verhältniß der Ausdehnbarkeit des expansiblen Fluidums unter dem Recipienten. Dieser Ausdehnbarkeitszeiger hat zwar den Vorzug, daß er die Verdünnung der Luft im Recipienten gleich von Anfang an bemerklich macht; allein gerade dann, wenn man die genaueste Anzeige verlangt, nämlich gegen das Ende des Auspumpens, wird er unsicher, wosfern nicht, so wohl seine Scale, als die Scale des zur Vergleichung nöthigen feinen Barometers vollkommen genau und übereinstimmend sind. Man muß übrigens das obere Ende des Ausdehnbarkeitszeigers nicht sowohl unmittelbar mit dem Teller, als mit der Communicationsröhre desselben in Verbindung setzen, um ihn auch dann brauchen zu können, wenn statt der Glocke eine Kugel, oder ein anderes Gefäß, nicht auf den Teller gesetzt, sondern auf die Schraube der Communicationsröhre aufgeschraubt wird.

o'Freresande n. a. O. §. 251.

„Wenn der Recipient doppelt so viel Rauminhalt hat, als seiner des Einzeis und der Verbindungsröhre zusammengekommen, so

nimmt der erste Stempelhub  $\frac{1}{2}$  der Luft des Recipienten weg, und es verbleiben demselben  $\frac{1}{2}$  der zweite Stempelhub entfernt den drit-  
ten Theil seiner verbleibenden \* und schließt sich  $\frac{1}{2}$  davon  $\frac{1}{2}$  ab, was  
durch 1 dem Recipienten bleiben, und durch den dritten Hub wird  
wiederum der dritte Theil von  $\frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  entfernt, und es verbleiben  
dem Recipienten noch beinahe dem dritten Stempelhub noch  $\frac{1}{4}$  der eben  
mal ein Zehntel abstrahirt, woraus folgt, daß die Verdünnung im  
gewöhnlichen Maße zunimmt, wie 1 :  $\frac{1}{2}$  :  $\frac{1}{4}$  :  $\frac{1}{8}$ , mithin, wie 1 :  $\frac{1}{2}$  :  $\frac{1}{4}$  :  $\frac{1}{8}$  :  $\frac{1}{16}$  :  $\frac{1}{32}$  :  $\frac{1}{64}$  :  $\frac{1}{128}$  :  $\frac{1}{256}$  :  $\frac{1}{512}$  :  $\frac{1}{1024}$  :  $\frac{1}{2048}$  :  $\frac{1}{4096}$  :  $\frac{1}{8192}$  :  $\frac{1}{16384}$  :  $\frac{1}{32768}$  :  $\frac{1}{65536}$  :  $\frac{1}{131072}$  :  $\frac{1}{262144}$  :  $\frac{1}{524288}$  :  $\frac{1}{1048576}$  :  $\frac{1}{2097152}$  :  $\frac{1}{4194304}$  :  $\frac{1}{8388608}$  :  $\frac{1}{16777216}$  :  $\frac{1}{33554432}$  :  $\frac{1}{67108864}$  :  $\frac{1}{134217728}$  :  $\frac{1}{268435456}$  :  $\frac{1}{536870912}$  :  $\frac{1}{1073741824}$  :  $\frac{1}{2147483648}$  :  $\frac{1}{4294967296}$  :  $\frac{1}{8589934592}$  :  $\frac{1}{17179869184}$  :  $\frac{1}{34359738368}$  :  $\frac{1}{68719476736}$  :  $\frac{1}{137438953472}$  :  $\frac{1}{274877906944}$  :  $\frac{1}{549755813888}$  :  $\frac{1}{1099511627776}$  :  $\frac{1}{2199023255552}$  :  $\frac{1}{4398046511104}$  :  $\frac{1}{8796093022208}$  :  $\frac{1}{17592186044416}$  :  $\frac{1}{35184372088832}$  :  $\frac{1}{70368744177664}$  :  $\frac{1}{140737488355328}$  :  $\frac{1}{281474976710656}$  :  $\frac{1}{562949953421312}$  :  $\frac{1}{1125899906842624}$  :  $\frac{1}{2251799813685248}$  :  $\frac{1}{4503599627370496}$  :  $\frac{1}{9007199254740992}$  :  $\frac{1}{18014398509481984}$  :  $\frac{1}{36028797018963968}$  :  $\frac{1}{72057594037927936}$  :  $\frac{1}{144115188075855872}$  :  $\frac{1}{288230376151711744}$  :  $\frac{1}{576460752303423488}$  :  $\frac{1}{1152921504606846976}$  :  $\frac{1}{2305843009213693952}$  :  $\frac{1}{4611686018427387904}$  :  $\frac{1}{9223372036854775808}$  :  $\frac{1}{18446744073709551616}$  :  $\frac{1}{36893488147419103232}$  :  $\frac{1}{73786976294838206464}$  :  $\frac{1}{147573952589676412928}$  :  $\frac{1}{295147905179352825856}$  :  $\frac{1}{590295810358705651712}$  :  $\frac{1}{1180591620717411303424}$  :  $\frac{1}{2361183241434822606848}$  :  $\frac{1}{4722366482869645213696}$  :  $\frac{1}{9444732965739290427392}$  :  $\frac{1}{18889465931478580854784}$  :  $\frac{1}{37778931862957161709568}$  :  $\frac{1}{75557863725914323419136}$  :  $\frac{1}{151115727451828646838272}$  :  $\frac{1}{302231454903657293676544}$  :  $\frac{1}{604462909807314587353088}$  :  $\frac{1}{1208925819614629174706176}$  :  $\frac{1}{2417851639229258349412352}$  :  $\frac{1}{4835703278458516698824704}$  :  $\frac{1}{9671406556917033397649408}$  :  $\frac{1}{19342813113834066795298816}$  :  $\frac{1}{38685626227668133590597632}$  :  $\frac{1}{77371252455336267181195264}$  :  $\frac{1}{154742504910672534362390528}$  :  $\frac{1}{309485009821345068724781056}$  :  $\frac{1}{618970019642690137449562112}$  :  $\frac{1}{1237940039285380274899124224}$  :  $\frac{1}{2475880078570760549798248448}$  :  $\frac{1}{4951760157141521099596496896}$  :  $\frac{1}{9903520314283042199192993792}$  :  $\frac{1}{19807040628566084398385987584}$  :  $\frac{1}{39614081257132168796771975168}$  :  $\frac{1}{79228162514264337593543950336}$  :  $\frac{1}{158456325028528675187087900672}$  :  $\frac{1}{316912650057057350374175801344}$  :  $\frac{1}{633825300114114700748351602688}$  :  $\frac{1}{1267650600228229401496703205376}$  :  $\frac{1}{2535301200456458802993406410752}$  :  $\frac{1}{5070602400912917605986812821504}$  :  $\frac{1}{10141204801825835211973625643008}$  :  $\frac{1}{20282409603651670423947251286016}$  :  $\frac{1}{40564819207303340847894502572032}$  :  $\frac{1}{81129638414606681695789005144064}$  :  $\frac{1}{162259276829213363391578010288128}$  :  $\frac{1}{324518553658426726783156020576256}$  :  $\frac{1}{649037107316853453566312041152512}$  :  $\frac{1}{1298074214633706907132624082305024}$  :  $\frac{1}{2596148429267413814265248164610048}$  :  $\frac{1}{5192296858534827628530496329220096}$  :  $\frac{1}{10384593717069655257060992658440192}$  :  $\frac{1}{20769187434139310514121985316880384}$  :  $\frac{1}{41538374868278621028243970633760768}$  :  $\frac{1}{83076749736557242056487941267521536}$  :  $\frac{1}{166153499473114484112975882535043072}$  :  $\frac{1}{332306998946228968225951765070086144}$  :  $\frac{1}{664613997892457936451903530140172288}$  :  $\frac{1}{1329227995784915872903807060280344576}$  :  $\frac{1}{2658455991569831745807614120560689152}$  :  $\frac{1}{5316911983139663491615228241121378304}$  :  $\frac{1}{10633823966279326983230456482242756608}$  :  $\frac{1}{21267647932558653966460912964485513216}$  :  $\frac{1}{42535295865117307932921825928971026432}$  :  $\frac{1}{85070591730234615865843651857942052864}$  :  $\frac{1}{170141183460469231731687303715884105728}$  :  $\frac{1}{340282366920938463463374607431768211456}$  :  $\frac{1}{680564733841876926926749214863536422912}$  :  $\frac{1}{1361129467683753853853498429727072845824}$  :  $\frac{1}{2722258935367507707706996859454145691648}$  :  $\frac{1}{5444517870735015415413993718908291383296}$  :  $\frac{1}{10889035741470030830827987437816582766592}$  :  $\frac{1}{21778071482940061661655974875633165533184}$  :  $\frac{1}{43556142965880123323311949751266331066368}$  :  $\frac{1}{87112285931760246646623899502532662132736}$  :  $\frac{1}{174224571863520493293247799005065324265472}$  :  $\frac{1}{348449143727040986586495598010130648530944}$  :  $\frac{1}{696898287454081973172991196020261297061888}$  :  $\frac{1}{1393796574908163946345982392040522594123776}$  :  $\frac{1}{2787593149816327892691964784081045188247552}$  :  $\frac{1}{5575186299632655785383929568162090376495104}$  :  $\frac{1}{11150372599265311570767859136324180752990208}$  :  $\frac{1}{22300745198530623141535718272648361505980416}$  :  $\frac{1}{44601490397061246283071436545296723011960832}$  :  $\frac{1}{89202980794122492566142873090593446023921664}$  :  $\frac{1}{178405961588244985132285746181186892047843328}$  :  $\frac{1}{356811923176489970264571492362373784095686656}$  :  $\frac{1}{713623846352979940529142984724747568191373312}$  :  $\frac{1}{1427247692705959881058285969449495136382746624}$  :  $\frac{1}{2854495385411919762116571938898990272765493248}$  :  $\frac{1}{5708990770823839524233143877797980545530986496}$  :  $\frac{1}{11417981541647679048466287755595961091061972992}$  :  $\frac{1}{22835963083295358096932575511191922182123945984}$  :  $\frac{1}{45671926166590716193865151022383844364247891968}$  :  $\frac{1}{91343852333181432387730302044767688728495783936}$  :  $\frac{1}{182687704666362864775460604089535377456991567872}$  :  $\frac{1}{365375409332725729550921208179070754913983135744}$  :  $\frac{1}{730750818665451459101842416358141509827966271488}$  :  $\frac{1}{1461501637330902918203684832716283019655932542976}$  :  $\frac{1}{2923003274661805836407369665432566039311865085952}$  :  $\frac{1}{5846006549323611672814739330865132078623730171904}$  :  $\frac{1}{11692013098647223345629478661730264157247460343808}$  :  $\frac{1}{23384026197294446691258957323460528314494920687616}$  :  $\frac{1}{46768052394588893382517914646921056628989841375232}$  :  $\frac{1}{93536104789177786765035829293842113257979682750464}$  :  $\frac{1}{187072209578355573530071658587684226515959365500928}$  :  $\frac{1}{374144419156711147060143317175368453031918731001856}$  :  $\frac{1}{748288838313422294120286634350736906063837462003712}$  :  $\frac{1}{1496577676626844588240573268701473812127674924007424}$  :  $\frac{1}{2993155353253689176481146537402947624255349848014848}$  :  $\frac{1}{5986310706507378352962293074805895248510699696029696}$  :  $\frac{1}{11972621413014756705924586149611790497021399392059392}$  :  $\frac{1}{23945242826029513411849172299223580994042798784118784}$  :  $\frac{1}{47890485652059026823698344598447161988085597568237568}$  :  $\frac{1}{95780971304118053647396689196894323976171195136475136}$  :  $\frac{1}{191561942608236107294793378393788647952342390272950272}$  :  $\frac{1}{383123885216472214589586756787577295904684780545900544}$  :  $\frac{1}{766247770432944429179173513575154591809369561091801088}$  :  $\frac{1}{1532495540865888858358347027150309183618739122183602176}$  :  $\frac{1}{3064991081731777716716694054300618367237478244367204352}$  :  $\frac{1}{6129982163463555433433388108601236734474956488734408704}$  :  $\frac{1}{12259964326927110866866776217202473468949912977468817408}$  :  $\frac{1}{24519928653854221733733552434404946937899825954937634816}$  :  $\frac{1}{49039857307708443467467104868809893875799651909875269632}$  :  $\frac{1}{98079714615416886934934209737619787751599303819750539264}$  :  $\frac{1}{196159429230833773869868419475239575503198607639501078528}$  :  $\frac{1}{392318858461667547739736838950479151006397215279002157056}$  :  $\frac{1}{784637716923335095479473677900958302012794430558004314112}$  :  $\frac{1}{1569275433846670190958947355801916604025588861116008628224}$  :  $\frac{1}{3138550867693340381917894711603833208051177722232017256448}$  :  $\frac{1}{6277101735386680763835789423207666416102355444464034512896}$  :  $\frac{1}{12554203470773361527671578846415332832204710888928069025792}$  :  $\frac{1}{25108406941546723055343157692830665664409421777856138051584}$  :  $\frac{1}{50216813883093446110686315385661331328818843555712276103168}$  :  $\frac{1}{100433627766186892221372630771322662657637687111424552206336}$  :  $\frac{1}{200867255532373784442745261542645325315275374222849104412672}$  :  $\frac{1}{401734511064747568885490523085290650630550748445698208825344}$  :  $\frac{1}{803469022129495137770981046170581301261101496891396417650688}$  :  $\frac{1}{1606938044258990275541962092341162602522202993782792835301376}$  :  $\frac{1}{3213876088517980551083924184682325205044405987565585670602752}$  :  $\frac{1}{6427752177035961102167848369364650410088811975131171341205504}$  :  $\frac{1}{12855504354071922204335696738729300820177623950262342682411008}$  :  $\frac{1}{25711008708143844408671393477458601640355247900524685364822016}$  :  $\frac{1}{51422017416287688817342786954917203280710495801049370729644032}$  :  $\frac{1}{102844034832575377634685573909834406561420991602098741459288064}$  :  $\frac{1}{205688069665150755269371147819668813122841983204197482918576128}$  :  $\frac{1}{411376139330301510538742295639337626245683966408394965837152256}$  :  $\frac{1}{822752278660603021077484591278675252491367932816789931674304512}$  :  $\frac{1}{1645504557321206042154969182557350504982735865633579863348609024}$  :  $\frac{1}{3291009114642412084309938365114701009965471731267159726697218048}$  :  $\frac{1}{6582018229284824168619876730229402019930943462534319453394436096}$  :  $\frac{1}{13164036458569648337239753460458804039861886925068638906788872192}$  :  $\frac{1}{26328072917139296674479506920917608079723773850137277813577744384}$  :  $\frac{1}{52656145834278593348959013841835216159447547700274555627155488768}$  :  $\frac{1}{105312291668557186697918027683670432318895095400549111254310977536}$  :  $\frac{1}{210624583337114373395836055367340864637790190801098222508621955072}$  :  $\frac{1}{421249166674228746791672110734681729275580381602196445017243910144}$  :  $\frac{1}{842498333348457493583344221469363458551160763204392890034487820288}$  :  $\frac{1}{1684996666696914987166688442938726917102321526408785780068975640576}$  :  $\frac{1}{3369993333393829974333376885877453834204643052817571560137951281152}$  :  $\frac{1}{6739986666787659948666753771754907668409286105635143120275902562304}$  :  $\frac{1}{13479973333575319897333507543509815336818572211270286240551805124608}$  :  $\frac{1}{26959946667150639794667015087019630673637144422540572481103610249216}$  :  $\frac{1}{53919893334301279589334030174039261347274288845081144962207220498432}$  :  $\frac{1}{107839786668602559178668060348078522694548577690162289924414440996864}$  :  $\frac{1}{215679573337205118357336120696157045389097155380324579848828881993728}$  :  $\frac{1}{431359146674410236714672241392314090778194310760649159697657763987456}$  :  $\frac{1}{862718293348820473429344482784628181556388621521298319395315527974912}$  :  $\frac{1}{1725436586697640946858688965569256363112777243042596638790631055949824}$  :  $\frac{1}{3450873173395281893717377931138512726225554486085193277581262111899648}$  :  $\frac{1}{6901746346790563787434755862277025452451108972170386555162524223799296}$  :  $\frac{1}{13803492693581127574869511724554050904902217944340773110325048447598592}$  :  $\frac{1}{27606985387162255149739023449108101809804435888681546220650096895197184}$  :  $\frac{1}{55213970774324510299478046898216203619608871777363092441300193790394368}$  :  $\frac{1}{110427941548649020598956093796432407239217743554726184882600387580788736}$  :  $\frac{1}{220855883097298041197912187592864814478435487109452369765200775161577472}$  :  $\frac{1}{441711766194596082395824375185729628956870974218904739530401550323154944}$  :  $\frac{1}{883423532389192164791648750371459257913741948437809479060803100646309888}$  :  $\frac{1}{1766847064778384329583297500742918515827483896875618958121606201292619776}$  :  $\frac{1}{3533694129556768659166595001485837031654967793751237916243212402585239552}$  :  $\frac{1}{7067388259113537318333190002971674063309935587502475832486424805170479104}$  :  $\frac{1}{14134776518227074636666380005943348126619871175004951664972849610340958208}$  :  $\frac{1}{28269553036454149273332760011886696253239742350009903329945699220681916416}$  :  $\frac{1}{56539106072908298546665520023773392506479484700019806659891398441363832832}$  :  $\frac{1}{113078212145816597093331040047546785012958969400039613319782796882727665664}$  :  $\frac{1}{2261564242916331941866620800950935700259179388000792266395$



Augenblick unmittelbar, wie groß die Ausdehnbarkeit der noch rückständigen Luft ist. Kurze Hieber dieser Art pflegt man auch wohl unter die Glocke zu setzen, doch ist es in jedem Falle bequemer, den Hieber mit der Luftpumpe wirklich zu verbinden.

§. 435. 4) Smeaton's Elasticitätszeiger (Fig. 135). In einer hieher gehörigen, gläsernen, gleich weiten Röhre CBAG, deren kürzerer Schenkel geschlossen, und deren längerer bez G offen ist, befindet sich Quecksilber, z B von l bis D, und der Theil CD enthält Luft. Wird nun die Luft im Raume des Recipienten, worin sich der Elasticitätszeiger b findet, verdünnt, so dehnt sich die Luft in CD durch ihre Elasticität aus, und das Quecksilber steigt im längern Schenkel, bis Gleichgewicht da ist.

Zu Folge des Mariott'schen Gesetzes läßt sich die Verdünnung der Luft aus der Höhe des Quecksilbers in b sehr leicht ausrechnen noch von Swinden auf folgende Weise beirtheilen. Es sey das Queck: der im kürzern Schenkel von D b B herabgedrückt: es sey CD = a, b sey die damalige Barometrich: LE = c sey die Höhe des Quecksilbers über dem ersten Niveau, oder über dem Anfange der Scale, und gleich DB, x zeige an, wie v. mal die Luft im Recipienten dünner sey: so ist  $x = \frac{b(a+c)}{ba-c(+c)}$ .

Von Swinden polit. physl. T. II. S. 159.

§. 436. Alle diese Proben zeigen eigentlich an, wie vielmal minder ausdehnbar die expansible Flüssigkeit unter dem Recipienten sey, als die Luft, die vor dem Auspumpen darunter war; und hieraus ergiebt sich vermittelst des Mariott'schen Gesetzes sehr leicht der Grad der Verdünnung, indem die Dichtigkeit einer Luftmasse in gleichem Verhältnisse mit dem Drucke abnimmt. Allein bey der gewöhnlichen Einrichtung der Luftpumpe entbinden sich aus dem neuen Leder auf dem Zeller, auch wohl aus dem Oele in den Stiefeln und an den Schrauben, ausdehnbare Dünste, die einen andern Grad von Ausdehnbarkeit haben, als die anfänglich unter der Glocke befindliche Luft. Hierdurch wird der Schluß aus der Ausdehnbarkeit auf die Verdünnung in

einem gewissen Grade unsicher. Ist in'dessen nur nicht Wasser zu Spure, so bleibt diese Verdünnung der Verdünnung immer sehr brauchbar, weil sich aus Del viel weniger Dünste entwickeln.

§. 437. Um die wirkliche Verdünnung der Luft unter dem Recipienten zu erfahren, braucht man die Smearson'sche sogenannte Birnprobe: ein gläsernes, birnförmiges Gefäß, das unten offen ist und sich oben in eine genau cylindrische Röhre endigt, deren Inhalt einen genau bestimmten aliquoten Theil des ganzen Inhalts des Gefäßes ausmacht, und wieder in kleinere Abtheilungen getheilt ist. Man hängt die leere Probe an einen beweglichen Stiel, der durch eine Lederbüchse in den Gusselbe des Recipienten geht, und dadurch hinauf- und herabbewegt werden kann, unter dem Recipienten über einem Gefäße mit Quecksilber auf, pumpt die Luft so stark als möglich aus dem Recipienten aus, drückt dann die Birnprobe mit ihrer offenen Mündung in das Quecksilber tief genug hinab, und läßt nun wieder die äußere Luft unter dem Recipienten treten. Ist gedrückt, so drückt das Quecksilber in den Raum der Birnprobe hinauf; zugleich wird der Dunst, der den Elasticitätsmesser (§. 436.) afficirte, hierbei durch diesen Druck zerseht, und es bleibt bloß die Luft übrig. Der Raum dieser eben in der Röhre der Birnprobe übrigbleibenden Luft, verglichen mit dem Raume des ganzen Gefäßes, zeigt an, wie vielmal die Luft unter dem Recipienten wirklich dünner gewesen sey. Aber es ist hierbei wohl zu erinnern, daß, wenn die Birnprobe den wirklichen Grad der Verdünnung anzeigen soll, es unumgänglich notwendig ist, nachdem man die Luft eingelassen, die Birnprobe so tief in das Quecksilber einzutauchen, daß es innen und außen gleich hoch stehe, weil sonst die Luft in der Birnprobe nicht gleiche Dichtigkeit mit der äußeren Luft haben wird (§. 416.); daß ferner die zurückbleibende Luft in der Birnprobe einerley Temperatur habe mit der vor der Verdünnung; und endlich, daß aus dem

Quecksilber selbst sich keine Luft während des Anfüllens der Birnprobe entwickle. Um das letztere zu verhüten, muß man sich solches Quecksilbers bedienen, das man kurz zuvor ausgekocht hat. Unter Beobachtung dieser Regeln lassen sich denn auch, wie Herr Schmitz gezeigt hat, die Einwürfe heben, die Broek gegen die Richtigkeit dieser Probe gemacht hat.

Wenn man die Birnprobe nicht ganz so tief in Quecksilber eintauchen kann, als es nöthig ist, so mußte man durch Rechnung nach dem Mariottischen Gesetze zu bestimmen suchen, wie groß der Raum  $v$  der darin befindlichen Luft unter dem ganzen Drucke der Atmosphäre oder der demaligen Barometerhöhe  $h$  seyn würde gegen den Raum  $n$ , den sie jetzt in der Probe einnimmt, da von dem neuen Drucke der Atmosphäre auf sie noch der Gewichtsdruk abzieht, den die pendulische Höhe  $c$  des Quecksilbers darin oder dem Niveau des Quecksilbers im Gefaße verursacht. Es ist nämlich (nach §. 416.)

$$x : a - b - c : h; \text{ daher ist}$$

$$x = \frac{a(h-c)}{b}.$$

Hob. Broek's vermischte Erfahrungen über die Elasticität, die Luft pump. u. d. d. Barometer; a. d. Engl. mit Anmerkungen von P. Rudin. Leipzig 1790. 8. Uebers. v. von Hrn. Broek's erste kritische Anmerkungen: der Emerson'schen Birnprobe, und die Mittel, sie zu verbessern, vom Hrn. Prof. Schmitz in Bren's neuem Journ. der Physik, B. III. S. 150 ff.

So hinreichend die Birnprobe aufzudeckt ist, so wird doch ihre Vertraulichkeit ihr ein Schicksal, dadurch, daß sie bloß einer Glase mit einer Kugel ähnlich brauchbar ist (Eobad man aus Kautschuk wie j. 41. des unmittelbaren Abmessemens von Luft-betten) arbeitet, ist sie nicht anwendbar. Dazu ist man gezwungen, die befehlene Probe (§. 434.) zu brauchen, und man kann es unbedenklich, wenn man weiß, wie erforderlich die Verfertigung anwendet.

„In Lavoisier's verfeinerter Luftpumpe soll die Birnprobe, eine genaue Bestimmung der Luft angezeigt haben: Gilbert's Ann. B. VI. S. 8.“

§. 438. Der elastische Druk von Feuchtigkeit, der sich im Raume des Rezipienten bei der Verdünnung der Luft zeigt, ist übrigens allerdings ein Mittel, die Luft noch mehr zu verdünnen, als ohne denselben geschehen würde, weil mit seiner fortwährenden Ausdehnung auch immer zugleich noch rückständige Luft angezogen wird; woraus sich denn auch leicht der Unterschied der Angaben der Birnprobe von denen der Barometerprobe erklären läßt.



Augenblicke unmittelbar, wie groß die Ausdehnbarkeit der noch züfländigen Luft ist. Kurze Heber dieser Art pflegt man auch wohl unter die Glocke zu setzen, doch ist es in jedem Falle bequemer, den Heber mit der Luftpumpe wirklich zu verbinden.

§. 435. 4) Smeatons Elastizitätszeiger (Fig. 136). In einer heberförmigen, gläsernen, gleich weiten Röhre CHAG, deren kürzerer Schenkel geschlossen, und deren längerer bey G offen ist, befindet sich Quecksilber,  $\frac{1}{2}$  R. von I bis D, und der Theil CD enthält Luft. Wird nun die Luft im Raume des Recipienten, worin sich der Elastizitätszeiger befindet, verdünnt, so dehnt sich die Luft in CD durch ihre Elasticität aus, und das Quecksilber steigt um längern Schenkel, bis Gleichgewicht da ist.

Zu Folge des Mariottischen Gesetzes läßt sich die Verdünnung der Luft aus der Höhe des Quecksilbers in diesem  $x$  abwechselnd, oder nach dem Hinwenden auf folgende Weise beurtheilen. Es sey das Queck. der im kürzern Schenkel von D bis B herabsiedrückt; es sey  $CD = a$ ;  $h$  sey die normale Barometerhöhe:  $AB = c$  sey die Höhe des Quecks. über dem vorigen Niveau, oder über dem Niveau der Scale, und gleich  $AB$ .  $x$  zeige an, wie vielmal die Luft im Recipienten dünner sey:

$$\text{so ist } x = \frac{b(a+c)}{b-a-c}.$$

Von Swinden post. phys. T. II. S. 153.

§. 436. Alle diese Proben zeigen eigentlich an, wie vielmal minder ausdehnbar die expansible Flüssigkeit unter dem Recipienten sey, als die Luft, die vor dem Ausrumpfen darunter war; und hieraus ergiebt sich vermittelst des Mariottischen Gesetzes sehr leicht der Grad der Verdünnung, indem die Dichtigkeit einer Luftmasse in gleichem Verhältnisse mit dem Drucke abnimmt. Allein bey der gewöhnlichen Einrichtung der Luftpumpe entbinden sich aus dem nasen Leder auf dem Zeller, auch wohl aus dem Oele in den Stiefeln und an den Schrauben, ausdehnbare Dünste, die einen andern Grad von Ausdehnbarkeit haben, als die anfänglich unter der Glocke befindliche Luft. Hierdurch wird der Schluß aus der Ausdehnbarkeit auf die Verdünnung in

einem gewissen Grade unsicher. Ist indessen nur nicht Wasser im Spiele, so bleibt diese Bestimmung der Verdünnung immer sehr brauchbar, weil sich aus Del viel weniger Dünste entwickeln.

§. 437. Um die wirkliche Verdünnung der Luft unter dem Recipienten zu erfahren, braucht man die Smearson'sche sogenannte Birnprobe: ein gläsernes, birnförmiges Gefäß, das unten offen ist und sich oben in eine genau cylindrische Röhre endigt, deren Inhalt einen genau bestimmten aliquoten Theil des ganzen Inhaltes des Gefäßes ausmacht, und wieder in kleinere Abtheilungen getheilt ist. Man hängt die leere Probe an einen beweglichen Stiel, der durch eine Lederclasse in dem Gewölbe des Recipienten geht, und dadurch hinauf- und herabbewegt werden kann, unter den Recipienten über einem Gefäße mit Quecksilber auf, pumpt die Luft so stark als möglich aus dem Recipienten aus, drückt dann die Birnprobe mit ihrer offenen Mündung in das Quecksilber tief genug hinab, und läßt nun wieder die äußere Luft unter den Recipienten treten. Ist drückt diese das Quecksilber in den Raum der Birnprobe hinauf; zugleich wird der Dunst, der den Elasticitätsmesser (§. 436.) anzeigte, hierbei durch diesen Druck zerstreut, und es bleibt bloß die Luft übrig. Der Raum dieser eben in der Röhre der Birnprobe übrigbleibenden Luft, verglichen mit dem Raume des ganzen Gefäßes, zeigt an, wie vielmal die Luft unter dem Recipienten wirklich dünner gewesen sey. Aber es ist hierbei wohl zu erinnern, daß, wenn die Birnprobe den wirklichen Grad der Verdünnung anzeigen soll, es unumgänglich notwendig ist, nachdem man die Luft eingelassen, die Birnprobe so tief in das Quecksilber einzutauchen, daß es innen und außen gleich hoch stehe, weil sonst die Luft in der Birnprobe nicht gleiche Dichtigkeit mit der äußern Luft haben wird (§. 416.); daß ferner die zurückbleibende Luft in der Birnprobe einerley Temperatur habe mit der vor der Verdünnung; und endlich, daß aus dem



Quecksilber selbst sich keine Luft während des Anfüllens der Birnprobe entwickelte. Um das letztere zu verhüten, muß man sich solches Quecksilbers bedienen, das man kurz zuvor ausgelocht hat. Unter Beobachtung dieser Regeln lassen sich denn auch, wie Herr Schmidt gezeigt hat, die Einwürfe heben, die Broek gegen die Richtigkeit dieser Probe gemacht hat.

Wenn man die Birnprobe nicht ganz so tief in Quecksilber eintauchen kann, als es inwendig steht, so mußte man durch Rechnung nach dem Mariottischen Gesetze zu bestimmen suchen, wie groß der Raum  $x$  der darin befindlichen Luft unter dem ganzen Drucke der Atmosphäre ober der dormal gen. Barometerhöhe  $b$  seyn würde gegen den Raum  $y$ , den sie jetzt in der Probe einnimmt, da von dem ganzen Drucke der Atmosphäre auf sie noch der Gegenstand abzieht, den die perpendiculäre Höhe  $c$  des Quecksilbers darin über dem Niveau des Quecksilbers im Gefaße verursacht. Es ist nemlich (nach §. 416.)

$$x : a - b - c :: y : b; \text{ daher ist}$$

$$x = \frac{a(b-c)}{b}.$$

Joh. Broek's neuen Versuche Erfahrungen über die Electricität, die Luftpumpe und d. c. Barometery; o. d. Engl. mit Fußnoten und Anmerkungen von D. Bärn. Leipzig 1799. 8. Ueber die von Hrn. Broek entdeckte Luftpumpe ist der Erfinder'sche Versuch eine Probe, und die Mittel, sie zu verbessern, vom Hrn. Prof. Schmidt in Oer's neuem Journ. der Physik, B. III. S. 130 ff.

„So hinreichend die Birnprobe ausgebildet ist, so wird doch ihre Brauchbarkeit sehr eingeschränkt, dadurch, daß sie bloß unter einer Bedingung mit einer Luftpumpe brauchbar ist. Sobald man mit Kugeln (wie z. B. bei ununterbrochenen Abmägungen von Luftarten) arbeitet, ist sie nicht anwendbar. Dann ist man gezwungen, die beckenförmige Probe (§. 434.) zu brauchen, und man kann es unbedenklich, wenn man sonst alle erforderliche Vorkehrungen anwendet.“

„In Lavoisier's verbesserten Luftpumpe soll die Birnprobe eine besondere Verdünnung der Luft angezeigt haben: Gilbert's Ann. B. VI. S. 2. Nr.“

§. 438. Der elastische Dampf von Feuchtigkeit, der sich im Raume des Recipienten bei der Verdünnung der Luft zeigt, ist übrigens allerdings ein Mittel, die Luft noch mehr zu verdünnen, als ohne denselben geschehen würde, weil mit seiner fortwährenden Ausdehnung auch immer zugleich noch rückständige Luft angezogen wird; woraus sich denn auch leicht der Unterschied der Angaben der Birnprobe von denen der Barometerprobe erklären läßt.



## Phänomene gewichtiger, ausdehnbarer Flüssigkeiten. 267

„In Leslie's Luftpumpe zur künstlichen Verdünnung des Lufte oder Erfrieren, Effects der Abnahme von Flüssigkeiten etc. (im D. Gewerbehandb. B. II. n. III.), lässt die unter dem Rezipienten eine kleine Schale befindliche concentrirte Schwefelsäure den erwaekten Wasserdampf ein, und bildet dadurch fortwährend einen dampferten Raum — Uebriens gehört zur guten Luftpumpe noch ein unter dem Rezipienten b. ständiger Wärme, und Fröhtigkeitserfrier. 2.“

§. 439. Mit wohl eingerichteten Luftpumpen lassen sich nun durch Versuche die vorher angeführten Eide von der Ausdehnbarkeit und dem Druck der Luft leicht beweisen und anschaulich machen, und andere Versuche anstellen, die zum Beweise verschiedener noch vorzutragender Eide dienen.

### Versuche hierzu:

Das Quecksilber sinkt im Barometer bei der Verdünnung der Luft, die auf das Quecksilber drückt, und steigt wieder durch Hinzulassung der atmosphärischen Luft.

Das Quecksilber steigt in einer Röhre, die oben offen und mit dem Raume des Rezipienten in Verbindung ist, und fällt wieder bei Hinzulassung der atmosphärischen Luft.

Eine Glasplatte wird leicht vom Druck der Luft gedrückt.

Eine Blase, die über einen metallenen Cylinder gespannt ist, wird durch den Druck der äußeren Luft mit einem starken Knalle gedrückt, und auch Wasser durch dieselbe getrieben. („Die Blase mag ziemlich dünn sein, wenn sie ohne Anwendung gewisser Handgriffe springen soll“.)

Zwei mercurbürtige Halbkugeln von 4 Zoll Durchmesser hängen durch einen Druck der Atmosphäre fest zusammen.

Eine schmale, fest gebundene Blase mit atmosphärischer Luft schwellt im hermetischen Raume fest auf, und fällt wieder durch Hinzulassung der äußeren Luft zusammen.

Der Percepsball springt durch die Ausdehnbarkeit der eingeschlossenen atmosphärischen Luft.

Ein enges Gefäß mit enger Mündung, die im Wasser steht, tritt die Luft beim Auspumpen hervor, und die äußere hinzugesessene Luft drückt nachher das Wasser in das Gefäß hinein.

Ein Heber hört in der verdünnten Luft zu laufen auf. („Aber er muß mit Quecksilber gefüllt sein, und sein höchster Punkt nur wenig (etwa 1 bis 2 Zoll) über dem Quecksilberpiegel stehen. Er hört auf zu laufen, sobald die Luft so weit verdünnt ist, daß sie keine Quecksilberssäule von dieser Höhe mehr tragen kann. Luft, welche noch einen halben Zoll Quecksilber trägt, kann noch 7 Zoll Wasser tragen: man müßte also Gläser von ungewöhnlicher Höhe haben, wenn der Versuch mit Wasser gelingen sollte.“)

Längere, die im Wasser an offener Luft stehen, schwimmen bei verdünnter Luft.

Unter dem Niedersten siedet bey harter Verdünnung der Luft nur mäßig verdünntes Wasser.

Kaltes Wasser wird im Quecksilber Räume zum eiskalten, kalte Pflaumen durchdringt den Dampf, der sich von Haupttheile der atmosphärischen Luft zertheilt. Den der Bildung dieses Dampfes empfängt sich kalte, bey dem Niederstiegenen Räume, wie ein empfindliches Kalthermometer bewirkt.

Wasser, Milch, Zuckerwasser und Glycerin geben unter der Luftpumpe eine große Menge von Luftblasen von sich.

Holz, das sehr etwas angefeuchtet ist, im Wasser zum Sinken gebracht ist, giebt bey Verdünnung der Luft eine große Menge Luftblasen von sich, und kommt im Wasser zum Schwimmen.

Holz, das von Luft leer gemacht ist, sinkt im Wasser unter.

Wermuthöl: und eine Perle schwebt in der verdünnten Luft unter der Glocke der Luftpumpe.

Eine brennende Kerze verlöscht in der verdünnten Luft.

Von der Verdünnung der Luft vermindert sich der Schall eines Schlagwerkzeuges, und verschwindet beynahe ganz.

„Der Quecksilberregen; hierauf folgen die Kälner's Luftpumpe, Kommerhagen's und Schrader's Luftpresse; f. d. Deutschen Gewerks. B. III. u. Vermischtes Jagd. f. d. Pharmaz. Jahrgang 1819. Nr.“

§. 440. Man pumpe aus einem schließlichen Gefäße die darin enthaltene Luft so rein als möglich aus, und hänge dasselbe, nachdem es vor dem Abnehmen von der Luftpumpe durch einen Hahn genau verschlossen worden ist, an eine empfindliche Waage. Man bringe es ins genaue Gleichgewicht, öffne den Hahn, und lasse die äußere Luft hineinstreten: so wird es nun einen Ausschlag geben, und die zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes nöthigen Gegenwichte werden ohngefähr angegeben, wie viel die Luft wiegt, die in den Raum der Kugel geht. Da aber die Dichtigkeit der Luft durch die Wärme vermindert und durch die Kälte vermehrt wird; da sie ferner nicht stets in einem zusammengepresstem Zustande in der Atmosphäre ist, wie das Barometer lehrt; und da der in der Luft befindliche Wasserdunst sich nicht immer gleich bleibt: so sieht man leicht, daß man bey Bestimmung des Gewichtes von einem bestimmten Raume von Luft hierauf Rücksicht nehmen muß. Die

Angaben über das specifische Gewicht der Luft gegen das Wasser sind aus eben diesem Grunde auch sehr verschieden.

Die Kugel, deren ich mich zu solchen Versuchen bediene, ist aus der Verlebenschaft des sel. Hehrands Barthen. Sie fast nahe 1195 rheinl. Denkmaleibschuß, und die Luft wiegt, wenn sie nicht sehr feucht ist, und die Temperatur von 65° Fabr. hat, bey der Barometerhöhe von 27 Zoll 2 Linien parisi. 71<sup>st</sup> Gran Decimalsgewicht: folglich wiegt ein rheinl. Decimalschuß Luft 1:7 oder 0,615 Gran. Da nun ein Decimalschuß, 100 Wasser bey dieser Temperatur 490,009 Gran wiegt (S. 555.): so verhält sich das eigenthümliche Gewicht des Wassers zu dem der Luft wie 490,009:515, oder nahe 900:1. Wenn man das eigenthümliche Gewicht des Wassers zur Einheit annimmt, ist das der Luft 0,0011 — Ein rheinl. Cubitus Luft wiegt folchergeßalt 615,066 Gran im Decimalsgewichte.

Nach Schottburgh (*Philos. transact.* Vol. LXVII. S. 557.) ist das eigenthümliche Gewicht der Luft des 32<sup>ten</sup> Zoll engl. (27 Z. 5,6 L. parisi.) und 10<sup>tes</sup> Mal soomal kleiner, als das des reinen Wassers von eben dieser Temperatur.

Der Schmelz fand nach einer Mittelzahl von mehreren Versuchen bei Luft von  $15^{\circ}$  —  $16^{\circ}$  R. und bei 2. 17 2 — 27 2. 117 2. Barom. 28mal leichter, als Wasser. (S. dessen Sammlung phys. u. mathem. Abb. B. I. S. 114.)

441. Weil aber bey diesen Versuchen die Luft nie ganz aus der Kugel ausgepumpt werden kann, so erfährt man eigentlich nur, wie viel die Luft wiegt, die in die Kugel dringt, nicht das Gewicht des ganzen innern Luftraums der Kugel; und man muß, um genau zu verfahren, bestimmen, wie viel Luft noch in der Kugel geblieben ist. Man kann zu dem Ende erst die luftvolle Kugel an der Waage genau wägen, hierauf die Luft daraus so stark als möglich auspumpen, bey verschlossenem Hahne wieder wägen, und so das Gewicht der ausgezogenen Luft finden, worauf man unter ausgekochtem Wasser den Hahn öffnet, das Wasser hineintreten läßt, und durch Umkehrung der Kugel die darin noch übrige Luft in ein Gefäß mit Wasser leitet, worin man sie genau bey bestimmter Temperatur messen kann. Der Raum dieser Luft, abgezogen vom innern Raumesinhalt der Kugel, giebt im Raume den Rest der Luft an, die man gewogen hat. Dieses Verfahren ist sicherer, als aus der Vergleichung der Gewichte der ausgepumpten Luft und des nachher in die Kugel getretenen Wassers unmittelbar das Verhältniß ihrer specifischen Gewichte zu finden.

Noch bleibt allerdings ein Fehler wegen des Gewichtes des in der aufgepumpten Kugel befindlichen Quaders; er kann aber nur unbedeutend seyn.

§ 442. Auf eine ähnliche Weise läßt sich auch das Gewicht anderer Lustsorten bey einem bestimmten Volum erfahren, und so das Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte unter einander sowohl, als gegen das Wasser bestimmen.

S. oben S. 255.

§ 443. Da die Luft, wie jeder flüssige Körper, nach allen Seiten drückt, so muß jeder darin befindliche Körper, wie beim Abwägen im Wasser, nicht mit seinem absoluten Gewichte sinken, sondern so viel davon verlieren, als die Luft wiegt, die mit ihm einenley Raum erfüllt; und ein und eben derselbe Körper muß aus eben diesem Grunde in der Luft schwerer werden, oder eigentlich, sein respectives Gewicht (§ 332) muß zunehmen, wenn er in einen engeren Raum zusammengedrängt wird, wie auch die Erfahrung lehrt. Eben so muß auch die Fallhöhe der schweren Körper in der Luft anders seyn, als im leeren Mittel (§. 216.)

Ein ausgedehnter aufgedeuter Federball ist leichter, als wenn er enge zusammengezwängt ist.

Hierher gehören auch die Erscheinungen des Barometers.

§ 444. Da ferner ein und eben derselbe feste Körper, in einer Flüssigkeit abgewogen, um desto weniger von seinem absoluten Gewichte verliert, oder ein desto größeres relatives Gewicht behält, je geringer das specifische Gewicht der Flüssigkeit wird (§. 336): so müssen einerley Körper, in Luft von verschiedener Dichtigkeit gewogen, ungleich viel wiegen.

§ 445. Hierauf gründet sich das Gurtilsche Manometer (Manometrum, Barometrum). Es wird nemlich an einen empfindlichen Waageballen eine hinlänglich große, hohle, aber luftdicht verschlossene, metallene, oder besser, gläserne Kugel aufgehängt, und durch ein massives Gewicht von Blei, das gegen die Kugel einen viel kleineren Raum einnimmt, ins Gleichgewicht gebracht. Wenn sich

um die Dichtigkeit der Luft ändert, so müssen beide ungefähr gleich viel von ihrem Gewichte verlieren: und zwar, wenn die Luft dichter wird, so giebt das Gegengewicht den Ausschlag; wird sie aber dünner, so sinkt die Kugel. Herr Gouche und Versiner haben eine Verbesserung dieses sehr brauchbaren Werkzeuges angegeben, und letzterer hat zugleich die Anwendung desselben bei Höhenmessungen mit dem Barometer gezeigt.

*Mem. de l'Académie exper. nov. E. 114.* Beschreibung eines Barometers, oder eines Werkzeuges, um die Dichtigkeit einer jeden Luft leicht zu messen, von Herrn de Gouche: über- und in Licht über das Magazin Nr. das Neueste aus der Physik, B. III. St. 4. S. 92 ff. Versiner's Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bei Höhenmessungen; in den Beobacht. auf einer Reise nach dem Riesengebirge, Dresden 1793. 2. S. 271, und in Sterns Journ. der Phys. B. IV. S. 172.

„Gauguin's von Berthollet verbessertes Manometer, Berthollet's Manometer; Gilbert's Ann. XIII. 99. St.“

§. 446. Dieses Werkzeug läßt sich auch gebrauchen, um das absolute Gewicht eines bestimmten Rauminhalts der Luft, und also ihr eigenthümliches Gewicht, unter verschiedenen Umständen derselben, auf eine sehr einfache Weise zu erfahren.

Es sey eine hinlänglich große Kugel von dünnem Glase, die luftdicht verschlossen, am besten, zugeschnitten ist, und deren ganzer Rauminhalt  $v$  sey, an einer dazu eingerichteten, empfindlichen Waage, bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Barometersstande der Luft, mit einem mit einem metallenen Bechergewichte von Blei, dessen ganzer Rauminhalt  $v$  ist, ins genauere Gleichgewicht gesetzt. Der Zeitraum, welcher manometrisch das Werkzeug anzeigt, ist  $V - v = a$ , was man durch genaue Ausmessung der beiden Körper am besten durch Wassermaas (§. 357.) bestimmt, und, zu bekanntem Maasstab, z. B. russ. Kubitzoll, ausdrückt, ein für allemal merkt. Man sucht ferner das absolute Gewicht  $P$  eines Kubitooms  $a$  in bekanntem Gewichtstheile, bei einer dergleichen Temperatur und demselben Barometersande, nach der vorst. (§. 441.) angegebenen Methode,

und merkt dieses Gewicht ein für allemal: so hat man  $\frac{P}{a}$ , oder das

eigenthümliche Gewicht für atmosphärische Luft von bestimmter Temperatur und Zusammenrückung. Wenn sich nun die Beschaffenheit der Luft ändert, und ihr eigenthümliches Gewicht in  $a$  oder  $a_1$  ausdrückt, so wird das Gleichgewicht gestört, und man muß im ersten Falle Bechergewichte zur Kugel, im andern  $a_1$  je zum Gegenwichte legen, um das Gleichgewicht herzustellen. Die Summe dieser Gewichtstheile heiße  $p$ , so ist demnach das absolute Gewicht des Luftvolums  $a$  der vermehrte

ter Dicht ist  $P + p$ , bey veränderter Dichta! ist aber  $P - p$  gesetzt  
den, und man findet das f. q. veränderte eigenthümliche Gewicht durch  
 $\frac{P + p}{a}$  oder  $\frac{P - p}{a}$ , weil  $a$  f. q. immer gleich bleibe (§. 437). Wenn

die Luft noch einmal so dicht würde, als sie bey Bestimmung des  $P$   
und bey Messung des  $a$  f. q. war: so würde  $p - P$ , oder  $P + p$   
würde  $a$   $P$  werden; im leeren Raume aber ist  $e$   $P - p - a$ .

Man hängt die Waage und das massige Maximenal nicht unmittel-  
bar an den Waagebalken, sondern an kleine, gleich große und  
gleich schwere Waagschalen, die an Haken hängen, wie bey der aer-  
statischen hydrostatischen Waage: die Waagschalen dienen zur Be-  
stimmung der Gewichte  $p$ . Diese Gewichte nehmen übrigens nur  $\frac{1}{2}$  den  
Raum ein; es ist aber, als sehr unbedeutend zu setzen, wohl ohne  
merklichen Fehler aus der Art zu lassen: sonst kann man ihn auch aus  
dem einmal bekannten eigenthümlichen Gewicht ihrer Materie leicht  
berechnen.

„Nach schließen ich hier an die Betrachtungen d. s. Widerstandes  
der Luft, soeben davor zu berechnende körg. r. Es gehören hierzu die  
Bauwerke des Aërosta und der Luftschiffahrt: vöral Pictet's  
Bemerk. in Gilbert's Ann. XLX S. 202. Ueber Degen's Flug-  
maschine: ebendas. S. 210—212, und XLVI. S. 1—2. Las-  
cardo: Geschichte der Aerostatik. Aus dem Engl. Paris 1786. f. Gals-  
bert: Ueber die Luftschiffahrt der Bürger Gervais und Robertson.  
Paris 1804. 8. Note de son des Laites en der Herren Bacharow  
in der Petersburger. Proce und Chap. 2. f. f. in Paris, und die des  
Hr. Jambouart: in Gilbert's Ann. XL. XLV, u. Zickler's: ein  
wante der Luftschiffahrt. — Ueber den Gebrauch des Sauerstoffs  
(Paracaus) a. s. O. Xr“

### Sechstes Hauptstück.

## Schwingungsbewegungen schallender und klin- gender Körper.

### §. 447.

Das Anschlagen an feste, gespannte, mit Schnellkraft  
oder Federkraft begabte Körper, das Streichen gespannter  
Saiten, das schnelle und plötzliche Hervorbrechen elastischer  
Flüssigkeiten aus engen Windungen fester Körper, wie f. B.  
bey

bei der Entzündung des Schießpulvers in Schießgewehren, bei der Entzündung der Knallluft in der electrischen Pistole, sind für uns mit einer Wirkung begleitet, die wir nach einem generischen Ausdrucke Schall nennen.

„Die Akustik oder Phonic oder Lehre vom Schall, umfaßt sämtliche von außen her durch das Ohr zur Wahrnehmung gelangende Erscheinungen.“

§. 448. Wenn die Veränderung des Zustandes des schallenden Körpers in unserm Gehörorgane die Empfindung bewirken soll, so muß es nothwendig ein Medium geben, durch welches diese Veränderung die Gehörwerkzeuge afficirt; und dieß ist gemeinhin die Luft, ohne welche um den schallenden Körper herum für uns kein Schall da seyn würde, vorausgesetzt, daß kein anderes dazu fähiges Medium den Schall zu unsern Gehörwerkzeugen fortpflanzte.

§. 449. Wir müssen also bei der Darstellung der Lehre vom Schalle Rücksicht nehmen: 1) auf den ursprünglich den Schall erregenden Körper (Corpus sonorum), und 2) auf das den Schall bis zu unserm Gehöre fortpflanzende Mittel.

„Ich unterscheide Urschaller und Mitschaller; erstere erzeugen den Schall, letztere pflanzen ihn fort, oder leiten ihn. Jeder Urschaller ist auch Schalleiter, und jeder Mitschaller vermag unter gewissen Bedingungen Schall zu erregen; vergl. m. Grundr. d. Experimentalphysik. Cap. IX.“

§. 450. Um den Zustand, worin die ursprünglich schallenden Körper während des Schallens sich befinden, gehörig beurtheilen zu können, wollen wir eine gespannte Saite als Beispiel wählen. Soll sie fähig seyn, Schall (Klang) zu erregen, so muß sie einen gewissen Grad der Spannung haben. Wird die gespannte Saite, wie z. B. an der Harfe, aus der geraden Linie, in der sie im Zustande der Ruhe ist, durch Druck daran gebogen, so kommt sie offenbar in Bewegung, wenn der Druck des Fingers, der sie bog, wieder wegfällt, und zugleich entsteht nun auf unser Gehörorgan die Wirkung, die wir Klang nennen. Der Grund der Bewegung der klingenden Saite ist ihre

elastische Natur, die Luft.

§



**Contractilität oder Schnellkraft.** Wird nehmlich die gespannte Saite aus der geraden Linie gedrückt, so wird sie so dadurch gedehnt; ihre gedehnten Theile suchen sich wieder so viel als möglich zu nähern, und sie strebt also, sich wieder in die Gestalt ihrer kürzesten Länge, d. i., in die gerade Linie zu versehen. Da sie aber, wenn sie in diese Lage gekommen ist, eine determinirte Gestalt und Gestalt erlangt hat (indem die Contractilität als stete Kraft, sowohl als veränderliche Größe, wirksam ist), so bleibt sie in der geraden Richtung nicht ruhen, sondern beugt sich auf die entgegen gesetzte Seite, von da wieder zurück, u. s. f., bis endlich diese Bewegungen durch den Widerstand der Luft immer kleiner und kleiner werden, und so die Saite wieder in Ruhe kommt.

§. 451. Die zum Schalle oder Klange erforderliche Bewegung der Saite ist also offenbar ein pendelartiges Schwingen derselben, kein bloßes Erzittern ihrer kleinsten Theile.

„Nur die wirklich tönenden Körper zeigen pendelartige Schwingungen; bei allen übrigen Arten des Schalls (z. B. dem Knall, Knurren, Zischen, Säusen, Knuscher, Knarren etc.) sind die Bewegungen oder Erzitterungen nicht weniger als pendelartig, sondern ders mehr oder weniger von der Richtung (Ausgangspunkt) Pendel abweichend.“

§. 452. Da demnach das Wesen des tönenden oder Ton gebenden Schalles in pendelartigen Schwingungen der schallenden Körper ihrer Theile besteht, so folgt, daß alle Körper, welche, oder deren Theile einer solchen schwingenden Bewegung fähig sind, ursprünglich schallende Körper werden können; und dahin gehören alle feste contractile, und alle expansible, oder überhaupt alle sogenannte elastische, ihre Elastizität sey entweder eine attractive oder expansive.

453. Wenn aber der Schall schallender oder klingender Körper für uns hörbar seyn soll, so müssen die Schwingungen derselben oder ihrer Theile eine bestimmte Geschwindigkeit haben. Desßhalb müssen die contractilen Körper,

## Schwingungsbewegungen schallender u. klingender Körper. 275

wenn sie schallend seyn sollen, eine gewisse Spannung haben, damit ihre Schwingungen den nöthigen Grad der Geschwindigkeit erlangen. Eine schlaffe Saite klingt nicht, weil sie nicht geschwinde genug schwingt.

§. 454. Von der Menge der schwingenden Theile und von der Größe der Schwingungsbogen hängt die Größe oder Stärke des Schalles ab, von der Dauer derselben die Dauer des letztern.

§. 455. Wenn diese Schwingungen regelmäßig, d. i. pendelartig und gleichzeitig erfolgen, so heißt die Empfindung, die sie in unserm Gehörorgane bewirken, ein Klang; sonst aber, wenn das Gegentheil Statt findet, ein Geräusch, Getöse, dumpfer Schall. Ein augenblicklich vorübergehender Schall heißt ein Knall.

§. 456. Wenn man zwei Saiten, die aus einerley Materie bestehen, und gleich dick, aber ungleich lang sind, gleich stark spannt, so machen sie nicht einerley Empfindung auf unser Gehör, wenn sie erschüttert werden. Wir sagen, daß die kürzere Saite höher, die längere aber tiefer klinge; und das Verhältniß der Höhe oder Tiefe eines Klanges nennen wir Ton.

„Die unmittelbare Verbindung, in welcher der Schall mit unserer ersten und nothwendigsten Lebensbedürfnisse, mit der Athmung steht, zeigt, wie tief die Welt des Klangs in unsere eigene Innenwelt eins greift, und läßt die Art ahnden, wie die Gewalt, welche die Töne über unser Lebensgefühl üben, sich mit unserm innersten Lebensbewußtsein ausgleiche, und so der Sprache ihre natürliche declamatorische und der Musik ihr rhythmische Bedeutung gebe.“ Kr.”

§. 457. Die Schwingungen der Saite bey ihrem Klingen sind pendelartig (§. 451.). Da nun ein Pendel desto langsamer schwingt, je länger es ist, so muß auch bey dem tiefen Tone der längern Saite die Anzahl der Schwingungen in einerley Zeit nicht so groß seyn, als bey dem höhern Tone der kürzern Saite. Tiefe Töne sind also solche, wobey in einerley Zeit weniger Schwingungen sind, als bey andern, mit denen man sie vergleicht, und hohe Töne, bey welchen mehr Schwingungen in eben dieser Zeit

Statt finden. Es bleibt aber für das menschliche Ohr eine gewisse Höhe und Tiefe, über und unter welche der Ton nicht weiter verglichen werden kann.

§. 458. Die Contractilität der gespannten Saiten ist der Grund ihrer Schwingungen beim Klingen, oder ist die bewegende Kraft dabei; ihre Thätigkeit nimmt daher zu, je mehr die Saiten gespannt werden. Was also bey den Pendeln die verschiedenen Schwere sind, das sind bey den Saiten die spannenden Gewichte, wodurch wir die Größe der Spannung ausdrücken können. Und so wie ein Pendel geschwinde schwingt, wenn die Schwere stärker darauf wirkt, so schwingt auch eine Saite der gleichen Länge schneller, wenn sie stärker gespannt ist. Da nun von der Geschwindigkeit ihrer Schwingungen die Höhe ihres Tones abhängt, so sieht man leicht ein, daß man bey Bestimmung der Tonhöhe der Saiten auch außer der Länge auf ihre Spannungen Rücksicht nehmen müsse. Bey sehr langen und dünnen Saiten läßt sich diese Ungleichheit ihrer Schwingungen, wenn sie verschiedentlich gespannt sind, auch schon durchs Auge wahrnehmen.

„Die Schwingungen stauender Körper sind entweder transversal (welche sich die Längsachse hin und her bewegen, oder sonst gleichsam abgedrückt auf und nieder und wieder abdrückend) oder drehend oder kreisend. Zur Best. der Größe der transversal. Schwingungen dienen annehmlich die untern mehr oder weniger niedrig, und hoch, als außer der transversalen Schwingung Saiten von Isotrubium, oder drehenden mit elastischen, es leidet der gleich hohe oder gleich tiefe Ton keine Aenderung, welche weder von der Länge, noch von der Spannung, noch von der Dike, sondern von der eigenthümlichen Beschaffenheit der Substanz und vom Bau des klingenden Instruments abhängig ist.“

§. 459. Endlich kommt in Ansehung der Anzahl der Schwingungen, welche eine Saite in einer gegebenen Zeit macht, auch die Dike derselben in Betracht, und sie wirkt der Bewegung um desto mehr, je mehr Masse sie bey gleicher Länge und Spannung hat: sie muß also desto langsamer schwingen, und also einen tiefern Ton geben, je dicker sie ist, und umgekehrt, wenn die Längen und Spannungen gleich sind. Man hat folglich bey Bestimmung der

## Schwingungsbewegungen schallender u. klingender Körper. 277

Tonhöhe einer Saite 1) auf ihre Länge, 2) auf ihre Spannung, und 3) auf ihre Dicke zu sehen.

§. 460. Die Erfahrung bestätigt folgende aus dem Vorhergehenden fließende Sätze bey Saiten von einerley Materie.

1) Bey gleich langen und gleich dicken, aber ungleich gespannten Saiten verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen, folglich ihre Tonhöhe, wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte oder Gewichte.

Wenn wir die Anzahl der Schwingungen oder die Tonhöhe der Saiten von gleichartiger Materie  $N, n$ , die spannenden Gewichte oder Kräfte  $P, p$ , die Längen derselben  $L, l$ , und die Durchmesser derselben  $D, d$  nennen, und  $L=l$ , und  $D=d$  ist, so ist  $N:n=\sqrt{P}:\sqrt{p}$ .

2) Bey gleich gespannten und gleich dicken, aber ungleich langen Saiten verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt wie ihre Längen.

Wenn  $P=p$ , und  $D=d$ , so ist  $N:n=1:L$ .

3) Bey gleich langen und gleich gespannten Saiten, die ungleich dick sind, verhält sich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt, wie ihre Durchmesser. — Eine Saite von ungleicher Dicke giebt falsche oder vermischte Töne an.

Wenn  $L=l$ , und  $P=p$ , so ist  $N:n=d:D$ .

§. 461. Es ist also bey Saiten von einerley Materie und gleicher Dicke die Anzahl ihrer Schwingungen oder ihre Tonhöhe in einem zusammengesetzten Verhältnisse aus dem geraden des Quadrats der spannenden Gewichte und dem umgekehrten der Längen derselben.

$$\text{Es ist } N:n = \frac{\sqrt{P}}{L} : \frac{\sqrt{p}}{1}.$$

Das Monochord und Tetrachord.

§. 462. Ein Paar Saiten haben den Einklang, wenn sie gleichviel Schwingungen in einerley Zeit machen. Wenn aber die eine Saite bey gleicher Dicke und Spannung nur halb so lang ist, als die andere, oder noch einmal so viel Schwingungen macht, so giebt sie, der Erfahrung zu Folge, die Obertoctave des Grundtons an, den die

andere Saite anzieht. Wenn ihre Längen sich verhalten wie 2:3, oder wenn die kürzere  $\frac{2}{3}$  der Länge der andern hat, und sie also drei Schwingungen in einerley Zeit gegen zwey Schwingungen derselben macht, so giebt diese kürzere die Quinte der längern an; sie ist die Quinte des Grundtons, wenn sie  $\frac{2}{3}$  der Länge derjenigen Saite hat, welche diesen anzieht; die große Terz, wenn ihre Länge  $\frac{3}{4}$ , die kleine Terz, wenn sie  $\frac{4}{5}$ ; die große Sexte, wenn sie  $\frac{2}{3}$ ; die kleine Sexte, wenn sie  $\frac{3}{4}$ ; die Oberduodecime, oder die Oberoctave der Quinte, wenn sie  $\frac{1}{2}$ ; die Oberduodecime Septime, oder die doppelte Octave der großen Terz, wenn sie  $\frac{1}{2}$  von der Länge derjenigen Saite ist, welche den Grundton anzieht. Es läßt sich noch den Anführten leicht anzeihen, wie die Spannungen der Saiten seyn müssen, wenn sie gleich lang und dick sind, und denselben Führten Töne anziehen sollen; oder auch, wenn sie gleich gespannt und gleichlang sind, wie ihre Dike seyn müsse, wenn sie diese Töne anziehen sollen.

„Wenn sich die Spannungen verhalten, welche zwei Töne in gleichen Zeiten ziehen, in demselben Raum ziehen, und sich nach dem Verhältniß anziehen lassen, so sind die Töne consonant, und man kann zur Veranschaulichung stellen, daß die 2 und 3 consonant sind, so sind sie dissonant. Wenn man sich die Dike des dem Grundton Dreifachen und der Quinte verhalten läßt.“

Die Lehre von der Tonleiter und der Temperatur achte ich nicht in ein Theilchen der Theil, so fern als die Lehre von den Consonanzen und Dissonanzen der Töne. Ich übergebe sie deswegen hier.

§ 463. Es sey (Fig. 137.) eine gespannte Saite AB des Monochords in irgend eine Anzahl gleicher Theile, z. B. in viere, Ab, ah, he und eh, abgetheilt. Man stelle den Steg in e. Man hänge schmale und leichte Streifen Papier neben einander auf die Saite von A bis e, und streiche mit einem Violinhogen den Theil eh der Saite an. Es wird nun der Ton gehört, der vermöge des abgetheilten Theils eh der Saite Statt finden muß, und der sich zum Grundtone der Saite verhält wie Ab zu eh, oder wie 4 zu 1. Zu gleicher Zeit werden nun alle Papierstreifen längs dem

Tafel AC herabgeworfen, ausgenommen die in a und b hängenden.

§. 464. Dieser Versuch lehrt offenbar: daß es in dem Theile AC der Saite jenseits des Stegs ebenfalls Schwingung giebt, während es klingen: daß aber nicht bloß der Punkt c der Saite, wo der Steg steht, sondern auch jenseit desselben a und b in Ruhe sind; daß ganze Stellen der Saite zwischen diesen Punkten schwingen, während es schwingt; und daß die Stellen zwischen den ruhenden Punkten wechselseitig in entgegengesetzten Richtungen schwingen, wie §. 9. 139. es anzeigt. Die ruhenden Punkte a, b und c der Saite heißen Schwingungsknoten. Der Punkt der Saite, zwischen der bewegliche Steg berührt, ist nemlich allemal ein Schwingungsknoten.

§. 465. Man nehme, wie Fig. 139., durch Verschiebung des Stegs unter der Saite bis c, es  $\frac{2}{3}$  der Länge AB, streiche es an und lasse es klingen: so wird die Höhe des Tons sich zum Grundtone verhalten wie 5:2, oder wie AB zu cB, und es werden drei Schwingungsknoten, nemlich a, b und c, da seyn. Man verrücke ferner den Steg, und nehme den angestrichenden Theil der Saite (Fig. 140)  $\frac{1}{2}$  von der ganzen Länge AB: so wird man nach dem vorigen Verfahren zwei Schwingungsknoten, nemlich b und c, haben, wobei die Tonhöhe des Klanges von B zum Grundtone der Saite sich verhält wie 3:1. Man stelle (Fig. 137.) den Steg in b, oder in die Mitte der Saite, und streiche ba oder Ab an: so wird es, außer an der Stelle, wo der Steg ist, keinen Schwingungsknoten weiter geben. Man mache endlich durch Verschiebung des Stegs den klingenden Theil der Saite  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$  ihrer Länge: so wird man auch außer der Stelle des Stegs keinen Schwingungsknoten in der Saite weiter antreffen.

§. 466. Um die Anzahl der Schwingungsknoten bei einer durch einen Steg oder sonst durch Berührung abgetheilten Saite zu bestimmen, setze man die ganze Länge der

Seite in eine Anzahl gleich großer Theile getheilt, welche  $L$  heißt, wovon des ursprünglich klingende Stück der Seite die Anzahl 1 enthält; man setze 1 als den Zähler, und  $L$  als den Nenner eines Bruches an; man bringe diesen Bruch  $\frac{1}{L}$  auf die kleinste Bezeichnung, und ziehe dann 1 von  $L$  ab: so giebt der Rest die Anzahl der Schwingungsknoten. — Daraus folgt denn auch, daß bey verschiedenen Tonhöhen doch einerley Anzahl von Schwingungsknoten seyn könne, indem die Bläser zw. 2 oder 3 verschiedene von verschied. einem Werthe einerley Differenz haben können; und daß also nicht jeder Ton seine bestimmte Anzahl Schwingungsknoten habe.

Wenn  $L$  gegen  $L$  sehr klein und die Seite sehr kurz ist, so darf man das Resultat der angegebenen Rechenart (s. 463. 465.) nicht erwarten, weil dann die Schwingungswellen zu schwach, theils die Schwingungsknoten zu nahe sind.

Ein ac. Bismuthmann ändert die Schwingungsknoten bey klangenden Seiten, vgl. J. G. Voigt, in Green's neuem Journal der Physik. S. 11. S. 333 ff.

§. 467. Nicht bloß bey klingenden Seiten sind in ihren anscheinend ruhenden Theilen schwingende Stellen und ruhende Punkte; sondern auch bey andern klingenden Körpern, wie bey klingenden Stäben, Ringen, Cylindern, Glocken, Scheiben, sind während ihres Klanges ganze Stellen in entgegengesetzten Schwingungen begriffen, während die Enden derselben in Ruhe sind. Das Wesen des Schalles besteht also auch bey ihnen nicht in einem Zittern ihrer kleinsten Theile, sondern in Schwingungsbewegungen ganzer Stellen, die durch ihre Contrastität veranlaßt werden. Herr Ebladus hat das Verdienst, diese Wahrheit zuerst außer allen Zweifel gesetzt, und ein Mittel erfunden zu haben, die Schwingungsbewegungen bey klingenden Bläsern auch sichtbar zu machen, und die ruhenden Stellen durch Klangfiguren darzustellen.

Auch sehn wir hierbey die unregelmäßigen Wellen (s. weiter unten S. 471.) welche Wasser in einem, durch Streichen auf dem Rande zum Klappen gebrachten Krasskale oder noch besser auf der durch den Wasserstrom zum Klappen gebrachten (S. 471.) Metall- oder Holz- Scheibe zeigt, und deren Gestalt man durch Aufhängen von







sich anders abzutheilen; und man kann solchergestalt mit veränderten Tönen derselben andere Klangfiguren zuwege bringen, und eine ungemein große Mannigfaltigkeit erhalten. Nicht immer aber ist jede Abänderung der Klangfigur mit einer bemerkbaren Abänderung des Tons verknüpft.

§. 471. Um eine Klangfigur hervorzubringen, ist es nöthig, die Linien der Fläche, welche als ruhend verlangt werden, durch Unterstüßung oder Dämpfung in Ruhe zu bringen, und die in Schwingung zu setzenden Stellen in Bewegung zu setzen. Indessen ist es, wie wir (§. 469.) gesehen haben, nicht nöthig, jeden Punkt der zur Ruhe zu bringenden Linie besonders zu dämpfen, und jeden schwingenden Theil besonders in Schwingung zu setzen; sondern man braucht nur einen Punkt der Linie, welche ruhen soll, zu dämpfen, und eine Stelle am Rande der Scheibe durch Streichen in Schwingung zu setzen, da sich dann diese Bewegung den übrigen zu bewegenden Theilen der Scheibe mittheilt. Durch einige Uebung kann man es leicht dahin bringen, die verlangten Figuren sehr rein und schnell zu erhalten. Die nöthige Dämpfung der Stellen läßt sich bequem durch zugespitzte Korkstöpsel, worauf man die Scheibe legt, anbringen.

Beitrag zu den Versuchen über die Klängeigenschaften schwingender Flächen, von Joh. Gottfr. Voigt: in Gren's neuem Journal der Physik, B. III. S. 391 ff.

§. 472. Bey den meisten Klangfiguren nehmen gewisse feste Linien mehrentheils schlangenförmige Krümmungen an, deren Anzahl bey jeder Figur bestimmt ist. An solchen neben einander gehenden Linien ist die Lage der Krümmungen fast allemal so beschaffen, daß entweder zwey unmittelbar neben einander befindliche Linien, oder in wenigen Fällen zwey durch eine gerade Linie getrennte schlangenförmige Linien, gegenseitig sich einander nähern und von einander entfernen. In jedem Näherungspunkte könnten sie sich so verbinden, daß sie einander durchkreuzen; es nehmen also in diesem Falle zwey sich nähernde Krümmungen (Zi-

zur 154. und 155.) die Gestalt von Fig. 153. an. Eben so können zwei einander durchschneidende Linien (Fig. 153.) sich in der Mitte so trennen, daß zwei gegen einander stehende Bogen krummer Linien (Fig. 154. und 155.) daraus werden. Manche Figuren werden dadurch so verändert, daß man ohne Uebung ihre eigenthümliche Gestalt daraus nicht würde beurtheilen können. Der Ton ist bei einer abgeänderten Figur derselbige, als wenn diese Figur regelmäßig erscheint. Diese Abänderungen der Figuren kann man oft durch wenige Veränderung der Unterstützungspunkte der Scheibe oder der zu streichenden Stelle des Randes erhalten.

Chladni's Entdeckungen über die Theorie des Klanges. S. 19 ff.

„Werden die liegenden Scheiben während des Klaves und Fort nach dem Auge mit neuen Electricitätsgeräthen untersucht, so zeigen die schwingenden und ruhenden Stellen nach der Electrification, und man kann sie mit leicht verfertigten Zirkeln darstellen, so wie man — den je fröhlicher — Spuren von, durch die Electricitäten veranlaßten, chemischen Veränderungen vor sich zu sehen; vergl. m. Einleitung in die neuere Chemie S. 105.“

§. 473. Bei dem Klingen der Scheiben schwingen allezeit zwei Stellen, die durch eine ruhende Linie von einander abgefordert sind, wie z. B. (Fig. 153.) an und bod, oder (Fig. 149.) obg und nbg, nach entgegengesetzten Richtungen; oder die Krümmung der einen Stelle befindet sich über ihrer natürlichen Lage, während die andere Stelle unter dieselbe gekrümmt ist, und umgekehrt. Zwei Stellen, die in entgegengesetzten Winkeln der sich durchkreuzenden Linien stehen, z. B. an und emd (Fig. 153.), oder obg und fen (Fig. 149.), oder hom und nmg (Fig. 150), schwingen allemal nach der nehmlichen Richtung.

Chladni a. a. O. S. 19

§. 474. Bei den Arten des Klanges der Scheiben, wo sich sternförmige Figuren zeigen, machen nicht die Stellen am Rande die weitesten Schwingungen; sondern der Punkt, wo die Schwingungen am weitesten sind, oder der Mittelpunkt der Schwingung, ist in jedem schwingens

den Theile in einiger Entfernung vom Rande, wie in Figur 141., 144. und 145. diese Stellen durch Punkte bezeichnet sind. Wenn unter dem Sande dessen man sich zum Bestreuen bedient, ganz feine Staubschellen befindlich sind, und die Scheibe ganz genau horizontal gehalten wird, so werden diese Punkte sichtbar, indem sich der feinste Staub hier anhäuft.

Chadni a. a. O. 30 ff.

§. 475. Bei dem Klingen der Glocken schwingen ebenfalls ganze Stellen, während Linien zwischen denselben in Ruhe sind. Man kann dieß leicht an einem zum Theil mit Wasser gefüllten, dünnen Trinkgase, porzellanenen Spülnapfe, einer Tasse u. dergl. zeigen. Man halte das Glas etwas über den Boden mit dem Daumen und einem andern Finger, und streiche den Rand des Glases 45 Grad von der gehaltenen Stelle mit dem Violinbogen; so geräth das Wasser im Glase in eine Bewegung von vier schwingenden Theilen des Glases, und diese Bewegung zeigt sich sehr auffallend so, daß das Wasser als feiner Staub umherspricht. Wenn man das Glas hingegen den 60 Grad von der berührten Stelle streicht, so werden sich bey verändertem und höhern Tone sechs schwingende Stellen der Wand zeigen und das Wasser bewegen.

§. 476. Die Geschwindigkeit, mit der sich die schwingenden Bewegungen in den angrenzenden Theilen der zuerst und ursprünglich in Bewegung gesetzten Stelle durch die Masse eines contractilen Körpers fortpflanzen, ist bewundernswürdig groß; und überhaupt ist diese Geschwindigkeit der Fortpflanzung der zum Schalle erforderlichen Bewegung durch sich genau berührende oder zusammenhängende contractile Körper noch nicht ermessen. Die Fortpflanzung scheint zwar durch eine sehr lange Reihe solcher Körper für uns momentan zu seyn; daraus folgt aber noch nicht, daß die Geschwindigkeit dabei so groß sey, als die des Lichts.

„Die Geschwindigkeiten, mit welchen sich die verschiedenen Arten des Schalles, die pendelartigen und die verschiedenen Exzitationen



selben, in der Luft fort, und zwar nach der Stärke und Beschaffenheit desselbigen zu einer größern oder geringern Weite, die bey der gehörigen Stärke des Schalles, nach der Länge des Ortes, sehr beträchtlich seyn kann; die weiteste Entfernung desselben kann man aber wegen der Menge der nicht zu bestimmenden Umstände nicht angeben. Man kann sich die Fortpflanzung des Schalles in der Luft als Schallstrahlen (Radii sonori) vorstellen, wenn man nur nicht glaubt, daß dabey wirkliche Ausflüsse einer schallmachenden Materie Statt fänden.

§. 478. Der Schall pflanzt sich in der Luft eben so leicht nach oben, als nach unten und nach der Seite zu fort, vorausgesetzt, daß die Dichtigkeit der Luft, nach den verschiedenen Richtungen zu, sich nicht merklich ändert. In verdünnter Luft nimmt nicht nur die Stärke des Schalles ab, sondern auch die Geschwindigkeit.

§. 479. Aus der angeführten Ausbreitung des Schalles in der Luft folgt, daß die Stärke desselben abnehmen müsse, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt.

§. 480. Die Fortpflanzung des Schalles durch die Luft geschieht bey weitem nicht mit der Geschwindigkeit, als durch contractile feste Körper (§. 476.); und es verfließt eine merkliche Zeit, ehe der Schall durch eine lange Strecke von Luft sich fortgepflanzt hat. Da die Geschwindigkeit der Bewegung des Lichtes so außerordentlich groß ist, daß die Zeit, die es zum Durchlaufen eines Raumes auf der Erde braucht, für nichts zu rechnen ist, so hat man sich des mit einem Schalle ausbrechenden Feuers, wie des Abfeuerns der Gewehre und des Geschüßes zur Nachzeit, bedient, um daraus die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles in der Luft in bestimmter Entfernung zu messen. Die Resultate der Erfahrungs hierüber weichen freylich sehr von einander ab, wie sich auch wegen der veränderlichen Beschaffenheit der Luft kaum anders erwarten läßt. Die von



Cassini, Maraldi und de la Taille angestrichen scheinen doch die genauesten und sichersten zu seyn, und zu Folge derselben durchläuft der Schall in Einer Secunde einen Raum von 173 Toisen oder 1038 par. Fuß.

„Einde oben m. Baumst. in f. 4. 6.“

27.“

*Memoires de l'Acad. roy. des sc. de Paris, 1753. und 1759.*  
Schlier's vbol. Merkur. Th. III. S. 309.

Diese Bestimmungen des Schalles seyn auch dazu dienen, die Entfernung eines Fieles, eines Fennfelds, eines Schalles u. dergl. noch wahrer zu ergreifen, aus der Zeit, die zwischen dem Wahrnehmen der Schalles und des gleichzeitig ausbrechenden Lichtes verfließt, zu beurtheilen.

„Nach Laplace pflanzt sich der Schall durch wasserfahnes Wasser 41 Mal schneller fort, als durch die Luft.“

28.“

§. 481. Die Bewegung des Schalles ist anscheinend gleichförmig, oder er durchläuft in gleichen Zeiten gleiche Räume. Die Stärke des Schalles mag beschaffen seyn, wie sie will, so ist die Geschwindigkeit desselben einerley; und alle Gattungen des Schalles haben einerley Geschwindigkeit.

„Die Stimmen der Kinder und Weiber sind heller, als die der reifen Männer, weil die Kinder ihrer Stimmung nach etwas mehr a viel lauter sind. Sie vergehren sich in Manne mit dem 12ten oder 13ten Jahre und er augen binnen kurzem fast das Doppelte ihrer Kräfte, wobei die Stimme um so tiefer wird.“

29.“

*Experimenta et observationes de soni motu altis quo ad estimationibus, facit a D. W. Derhamo, in den Philof. transact. No. 313. S. 3 ff.*

„Nach Derham (Gilbert's Ann. III. S. 163—178) wächst die Stärke des Schalles mit zunehmender Dichte, und nimmt fastoch die Elastizität der Luft ab, so wächst auch die Schallgeschwindigkeit. — Dem D. Derham war in der Luft aufschwebendes Pulver sehr beliebt. D. auf 8, der im Weingeist schwebenden auf 12, im Terpentinöl auf 14, im Olivenöl auf 16, im ausgekochten Wasser auf 20 par. Fuß Tiefe. — Der D. Derham war der Schallgeschwindigkeit der Gase, untersuchte die Ladung, um wie viel der Ton einer Pfeife, die mit einem and demselben Pate gefüllt und umgeben ist, und davon angeblasen wird, den andern Schall, gegen höher oder tiefer ist, als der Ton, wodurch die atmosphärische Luft nahe gleichen Umklagen giebt. Aus seinen Versuchen ergab sich, daß bei einer 10 Drach und bei einer 11 Drach, der Schall in einer Secunde durch folgende Weilen gehen würde:

30“

## Schwingungsbewegungen schallender u. fliegender Körper. 289

In reiner atmosphärischer Luft, wie auch in einem ähnlichen künstlichen Gemisch aus Sauerstoffgas und Stickgas, vertheilt durch

	1096 Parth. Fuß.
In Sauerstoffgas	950 — 960 —
Siedgas	990 — —
Wasserstoffgas	8100 — 8500 —
Kohlensaures Gas	840 — —
Salpetergas	930 — —

Auch gehören hieher Maunoir's und Paul's Vers. über die Erhöhung der Stimme durch Atmen des Wasserstoffgases; Gilbert's Ann. II. S. 205. (s. Armin's Vorschlag, die Güte des Wasserstoffgases durch die Höhe des angedehnten Tones, mittelst eines dazu eingerichteten Apparats, den Hydrometer zu prüfen; a. a. O. II. S. 200.)

§. 482. Alles, was die Ausdehnbarkeit der Luft ändert, bringt auch Veränderungen in der Geschwindigkeit des Schalles zuwege, als: Wärme und Kälte, Verdichtung und Verdünnung der Luft. Wenn der Wind nach einer Richtung bläset, die auf der Richtung des Schalles senkrecht ist, so ändert er nichts in der Geschwindigkeit des Schalles. Sonst aber vermehrt oder vermindert er dieselbe, je nachdem er mit dem Schalle in einerley oder in entgegengesetzter Richtung geht, und zwar um seine eigene Geschwindigkeit.

§. 483. Der Schall wird von harten Körpern nach den Gesetzen der Reflexion elastischer Körper zurückgeworfen. Darauf beruht die Einrichtung der Sprachgewölbe. Wenn durch diese Reflexion die Zerstreuung des Schalles in die Runde verhindert und die Divergenz der Schallstrahlen dadurch in eine parallele Richtung verändert wird, so muß auch der Schall seine Stärke behalten, die er sonst verlieren würde. Darauf gründet sich das Sprachrohr. Man ist häufig bemüht gewesen, ihm die schicklichste Figur zu geben; Hr. Lambert aber hat bewiesen, daß die Figur eines abgekürzten Kegels, wo nicht die beste, doch eben so gut sey, als jede andere. Sehr klingende Materie, oder solche, die eine starke Resonanz bewirken, können zwar bey der Anwendung zu Sprachröhren die Stärke des Schalles vermehren; aber sie vermindern auch wieder auf der andern Seite die Deutlichkeit articulirter Töne.

Wern Naturlicher & Kunst

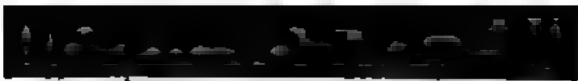
I

*Ichonologie Korchers neue Hall- und Tactkunst, a. d. Lat. Nürnberg 1684. Fol.*

*Sur quelques instrumens acoustiques, par Mr. Lambert; in Mem. de l'Acad. roy. des sc. de Pr. 1763 P. 27.*

*J. H. Lamberts Abhandlung über einige acoustische Instrumente, 2 d. Roma, nebst Zusätzen über das 1766 unter Herrn Alexander des Großen, über Erfahrungen mit einem allseitigen Sprachrohr und über die Anwendung der Sprachröhre zur Telegraphie, von Goussr. Gutz Berlin 1796 2.*

§. 454. Wenn der Schallstrahl bey seinem Fortgange in der Luft senkrecht auf einen harten Körper stößt, so wird er auf diesen Körper mit seiner ganzen Gewalt wirken, und nach den Gesetzen der Reflexion von demselben wieder in der Richtung und mit eben der Geschwindigkeit zurückgeworfen werden. Ein Ohr also, das ganz nahe bey dem Orte des entstehenden Schalles ist, hört nicht allein diesen Urschall, sondern auch den Widerschall oder das Echo. Wenn aber dieser reflectirte Schall zu geschwind auf den erstern erfolge, so wird er undeutlich, und kann von jenem nicht unterschieden werden. Die Erfahrung lehrt, daß zwey Schalle noch deutlich sind und unterschieden werden können, wenn sie in dem neunten Theil einer Secunde auf einander folgen. Wenn daher ein Echo eines Schalles deutlich gehört werden soll, so muß die den Schall reflectirende Ebene so weit vom Urschalle entfernt seyn, daß wenigstens der neunte Theil einer Secunde vergeht, ehe der Schall hin- und zurückgeht, oder, welches einzeilen ist, daß  $\frac{1}{2}$  einer Secunde vergeht, ehe der Schall an die reflectirende Ebene anstößt. Wenn wir annehmen, daß der Schall in einer Secunde 1027 parisische Fuß durchläuft (§. 276.), so muß die Ebene wenigstens  $19\frac{1}{2}$  oder  $5\frac{1}{2}$  Fuß vom Urschalle entfernt seyn, wenn das Echo deutlich gehört werden soll. In dieser Entfernung kann es aber nur einen einzelnen Schall oder eine einzelne Sylbe deutlich wiederholen, und heißt daher ein einfeltiges Echo. Es kommt bey dem Aussprechen eines mehrselbigen Wortes schon der Schall der ersten Sylbe zurück, ehe das ganze Wort ausgesprochen



## Schwingungsbewegungen schallender u. klingender Körper. 391

ist, und man hört daher nur die letzte Sylbe allein deutlich nachhallen.

„Biot's Versuchen zufolge (Traité de Physique expérimentale et mathématique II.) giebt ein schwingender Körper, wenn er in einer Secunde 32 Schwingungen macht, einen vernehmbareren Ton, und dieser Ton stimmt mit jenem überein, der durch die Resonanz einer offenen, 32 Fuß langen Röhre hervorgebracht wird. S.“

§. 485. Wenn die den Schall reflectirende Ebene  $513\frac{1}{2}$  parisiſche Fuß vom Urſchalle entfernt ist; so vergeht eine Secunde Zeit, ehe das Echo wieder an den Ort des Urſchalles zurückkommt; und in dieser Entfernung kann es schon vielfylbige Worte wiederholen. Das Echo heißt also dann ein vielfylbiges. Wenn mehrere zurückwerfende Körper in Entfernung neben einander liegen, so daß der Schall von einem zum andern, und von jedem wieder an den Ort des Urſchalles reflectirt wird, so entsteht ein vielfaches Echo, das eine Sylbe mehreremal wiederholt, weil der Schall von der fernern reflectirenden Ebene später ins Ohr zurückkommt, als von der nähern, wenn anders der ursprüngliche Schall stark genug war.

Nachrichten von verschiedenen merkwürdigen Arten des Echo's sieht man in Burdet's oben (S. 483.) angef. Schrift, und in Schlegel's physik. Wörterb. Th. II. Art. Echo.

„Da sich der Schall vom Urſchaller aus nach allen Richtungen mehr oder weniger wellenförmig verbreitet (und mithin bei freier Verbreitung mindestens im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernung an Stärke abnimmt) so wird er auch von der nicht mitflingenden Widerstand leistenden Ebene in ähnlichen Kugelförmigen reflectirt, und der Reflexionspunkt zeigt nur die veränderte Richtung nach dem Mittelpunkte der Kugelfläche. Indes zeigen hierbei die verschiedenen Arten der Schallbewegung eine mehr oder weniger merkliche Verschiedenheit, welche zum Echo durch Versuche mit zwei sich gegenüberstehenden Hohlspiegeln nachgewiesen werden kann, vergl. m. Experimentalphysik. Cap. IX.“

## Zweiter Theil. Besondere Naturlehre.

### §. 486.

**W**ir untersuchen in der besondern Naturlehre (§. 28) die Natur der einzelnen einfachern Stoffe (§. 112), die einen Gegenstand unserer sinnlichen Wahrnehmungen ausmachen, indem wir die Wirkungen, welche sie auf einander ausüben, und die Zusammensetzungen, welche sie bilden, erforschen.

### Erstes Hauptstück.

## W ä r m e s t o f f.

§. 487. Die objectivc Ursach der Empfindung, die jedermann unter dem Namen der Wärme oder Hitze (*Calor*) kennt, nennen wir Wärmestoff (*Caloricum, Calorique.*)

§. 488. Nur dem Gemengefühle, und keinem andern Sinne, können wir diese Substanz darstellen. Aber es berechtigt dieß eben so gut zu dem Schlusse auf die objectivc Realität eines Wärmestoffs, als die Darstellbarkeit für andre Sinne bey andern Substanzen.

„So wenig ich auch geneigt bin, das Daseyn eines Wärmestoffs zu bestreiten, so kann ich doch den Schluß, welchen hier der Versasser macht, nicht für bindend halten. Die Wärme erscheint dem Gefühle nicht als ein Object, sondern als ein bloßer Zustand des Subjects. Mit eben dem Grunde könnte man die objectiven Realität eines Ruchstoffs, eines Geschmackstoffs, eines Hörstoffs u. dergleichen behaupten.“

„Die Gründe welche mich bestimmen, die Wärme als Zustand der Ausdehnungsbewegung und dadurch die freie Wärme als Gegensatz des Magnetismus (d. i. der freien Cohärenzskraft) und die gebundene Wärme als Gegensatz der Cohärenz (d. i. des gebundenen Magnetismus) anzuerkennen, findet man in meinem Grundriß der Experimentalphysik Cap. X. und XI., in meiner Einleitung in die neuere Chemie und in der Einleitung zu meiner Vergleichenden Uebersicht des Systems der Chemie. Halle 1819. 4. auseinandergelegt.“

§. 489. Wenn wir auf die Körper Acht geben, die wir in den Zustand bringen, daß sie in uns die Empfindung der Erwärmung oder Erhitzung zuwegebringen, so finden wir, daß sie in einen größern Raum ausgedehnt werden: und diese Zunahme des Inbegriffs der Körper, sowohl der flüssigen als der festen, in der Wärme oder Hitze (Rarefaction), ist eine ganz allgemeine Wirkung der Wärme.

Verhältnisse durch Versuche: Eine mit Luft zum Theil gefüllte schlafe Glasblase schmilzt über einem Kohlenfeuer auf; hohle Glasnasen, die in kaltem Brantwein schwimmen, sinken im erwärmtem; Betingeis, Quodsilver, steigt im aldrernen Abdrren höher, wenn diese erwärmt werden; Wachskugeln sinken in heissem Wasser unter, da sie in kaltem Wasser schwimmen; eine eiserne Stange geht nach dem Glühendwerden nicht mehr durch einen Ring, durch den sie im kalten Zustande geht; ein Eisenrath verlängert sich beim Glühendwerden.

§. 490. Man bedient sich daher dieser Veränderung des Volums gewisser Substanzen selbst als Maasstab zur Bestimmung der Ab- und Zunahme der Quantität oder Intensität der die Wärme hervorbringenden Ursach.

### T h e r m o m e t e r.

§. 491. Ein Werkzeug, welches uns Aenderungen der Wärme bemercklich macht, und uns versichert, daß ein gewisser Grad der Wärme, dem das Werkzeug jetzt ausgesetzt ist, derselbige sey, oder nicht sey, dem es ein andermal

aus; ſie war, heißt ein Thermometer, Thermoskop oder Wärmemesser.

§. 491. Den Maßstab zur Beſtimmung der Aenderung der Wärme giebt den Thermometern die Aenderung des Volums der Subſtanzen, namentlich die Vermehrung oder Verminderung deſſelben bei der Zunahme oder Abnahme der freien Wärme. Man wähle dazu ſolche Stoffe, die von den Veränderungen des Wärmegustandes leicht afficirt, und bemerkbar genug durch geringe Zunahme der Wärme ausgedehnt werden. Derleiſten ſind treſbare und ausdehnſame Körper. Um die Aenderungen des Volums deſſo beſſer bemerkt zu machen, ſchließt man dergleichen Flüssigkeiten in enge gl. ſtarke Röhren mit Kugeln ein, damit man durch den Stand in der Röhre die Aenderungen des Volums, die auf die Aenderungen der Wärme ſich zeigen laſſen, wahrnehmen könne.

§. 492. Die gewöhnlichſten Flüſſigkeiten, deren man ſich zum Mäßen der Thermometer bedient, oder eigentlich, durch deren Ausdehnung und Zuſammenziehung man auf die verhältnismäßige Zunahme und Abnahme des Wärmestoffes ſich ſieht, ſind Luft, Weingeiſt und Queckſilber. Die Thermometer erhalten darnach den Namen der Luſtthermometer, Weingeiſtthermometer, Queckſilberthermometer. Die Luſtthermometer ſind die empfindlichſten, und die Luſt wird durch gleiche Quantitäten des Wärmestoffes ſtärker expandirt, als ein gleiches Volumen einer tropfbaren Flüſſigkeit. Das Queckſilber hat entſchiedene Vorzüge vor andern tropfbaren Flüſſigkeiten, dadurch: daß es leicht von einer gleichförmigen Reinheit erhalten werden kann: daß es gegen Aenderungen der Wärme ſehr empfindlich iſt; daß es ſtarke Grade der Hitze verträgt, ehe es kocht, und eine beträchtlich große Verminderung der Wärme dazu gehört, ehe es gefriert. Dieſe Eigenſchaften hat der Weingeiſt nicht alle: denn, wenn er gleich noch ſpäter gefriert, als Queckſilber, und ſich noch ſtärker ausdehnt,



so kocht er doch weit früher, als Wasser, und verwandelt sich leicht in Dunst. Sobald sich aber tropfbare Flüssigkeiten durch Hitze in Dämpfe, oder durch Gefrieren in feste Substanzen verwandeln, so erhalten sie ganz andere Grade der Ausdehnung, als vorher, und die vorige Scale fortgesetzt dient dann keinesweges mehr für dieselben.

De Lue oben (S. 15 No. 3.) angest. Werk S. 410. a. u. f. S. 422. a. f. Lsg vollständige Anweisung, die Thermometer zu verfertigen. Nürnberg 1761. gr. 8. Ebendesselben vollständige Beschreibung von allen Thermometern, nebst einem Anhange, seine Thermometer betreffend, Nürnberg und Leipzig 1784. gr. 8.

§. 494. Alle unsere Thermometer zeigen indeffen keinesweges die absoluten Quantitäten des freyen Wärmestoffes an, sondern nur, ob die Quantität größer oder geringer sey, als zu einer andern Zeit der Beobachtung. Dessen ungeachtet ist das Thermometer, so wie es ist, doch ein überaus wichtiges Werkzeug für den Naturforscher.

§. 495. Cornelius Drebbel von Alkmar in Nordholland wird gewöhnlich für den Erfinder des Thermometers, beym Anfange des vorigen Jahrhunderts, angegeben. Sein Thermometer war ein Luftthermometer, und bestand aus einer gläsernen Röhre, die oben mit einer Kugel geschlossen, bis zu einer gewissen Höhe mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt, und mit ihrer untern Oeffnung in ein Gefäß taucht, das eben diese Flüssigkeit enthält, gestellt war. Die Luft trieb nun bey ihrer Ausdehnung durch Wärme die Flüssigkeit in der Röhre herunter, oder diese stieg hinauf, wenn sich die Luft durch Kälte zusammenzog. Um das Werkzeug tragbarer zu machen, kann die Röhre Afg (Fig. 125.) unten bey g wieder gekrümmt werden und in die offene Kugel G auslaufen. Gesetzt, die Flüssigkeit steht in der Röhre bis f, und in der Kugel zur Seite bis G: so wird die Luft zwischen f bis A durch die Ausdehnung bey der Erwärmung die Flüssigkeit herabdrücken: bey der Verminderung der Wärme wird die Luft zwischen f und A sich zusammenziehen, und der Druck der Atmosphäre auf die Fläche der Flüssigkeit in G diese hinaufstrecken. Oder es kann noch bequemer die

oben ben  $c$  offene Glasröhre (Fig. 126.), die unten in die Höhe gekrümmt und hier mit einer Kugel A geschlossen ist, mit der erforderlichen Flüssigkeit so gefüllt werden, daß ein Theil der Kugel A noch Luft enthält. Durch die Zunahme der Wärme wird die Luft in der Kugel A sich ausdehnen, und die Flüssigkeit hier in die Höhe treiben; durch die Verminderung der Wärme wird die Luft in A sich zusammenziehen, und die Flüssigkeit wird von  $c$  herabgezückt werden. Dieses dient als eine Lufterwärmometer hat aber den beträchtlichen Fehler, daß die äußere Luft zugleich darauf wirke, und daß nach Verschiedenheit des Druckes derselben die Flüssigkeit in der Röhre verschiedentlich hoch stehen kann, bei einerley Grad der Wärme. Wegen der großen Empfindlichkeit ist diese Einrichtung indessen doch immer sehr vortheilhaft zu nutzen, um momentane und schnell vorübergehende Veränderungen der Wärme dadurch zu erforschen.

§. 496. Wenn man an dem Lufterwärmometer die Wirkungen des Druckes der äußern Luft von denen des Wärmestoffes gehörig zu unterscheiden, oder auch jene ganz auszuschließen im Stande ist, so kann es die Erfordernisse eines Thermometers (§. 491.) erfüllen und zu einem sehr vollkommenen Werkzeuge werden. Die erstere Einrichtung hat Amontons, die zweite Bernoulli's Lufterwärmometer, bei welchen der Fehler des dreibrüschigen Thermometers völlig gehoben ist.

§. 497. Das amontonsche Lufterwärmometer (§. 496) besteht aus einer langen, engen, gleich weiten, gläsernen Röhre (Fig. 132.), die bey  $a$  offen, und unten gekrümmt ist, und sich hier in eine Kugel  $b$  endigt, die einen sehr großen Durchmesser gegen die Röhre haben muß, damit durch das Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Röhre das Niveau des Quecksilbers in der Kugel sich nicht merklich ändere. In der Kugel ist Luft über dem Quecksilber eingeschlossen; und dieses steht auch noch in der Röhre über dem Niveau des Quecksilbers in der Kugel, und zwar

auch beim niedrigsten Grade der Wärme die man durch das Werkzeug mißt. Es ist aus der Lehre von dem Drucke und der Ausdehnbarkeit der expansibelen Flüssigkeiten (§. 405.) bekannt, daß die Luft in der Kugel nicht nur den Druck der Quecksilbersäule  $pf$ , sondern auch den Druck der Atmosphäre, den der jedesmalige Barometerstand anzeigt, zu tragen habe. Wenn man also zu der Höhe der Quecksilbersäule über dem Niveau  $h$  die jedesmalige Barometerhöhe addirt, so hat man die Höhe einer Quecksilbersäule, wie sie bey der jedesmaligen Wärme der Luft in der Kugel von derselben getragen werden kann.

*Amonsons, in den Mém. de l'acad. roy. des sc. 1700. S. 160 ff. Lambert's Pyrometrie Th. II. Hauptst. 8.*

§. 428. Die Versuche, welche Gay Lussac in Paris und Dalton in Manchester über die Ausrechnung, sowohl der Luftarten, als der ausdehnbaren Dünste, angestellt haben (man sehe Gilbert's Annalen v. Phys. B. 12.) liefern das höchstmerkwürdige Resultat, daß alle ausdehnbaren Flüssigkeiten durch die Wärme in gleichem Verhältnisse ausgedehnt werden, und zwar von der Kälte des Frostpunktes bis zur Wärme des Siedpunktes, sehr genau um  $\frac{1}{273}$  desjenigen Volumens, das die ausdehnbare Flüssigkeit bey dem Frostpunkte einnimmt.

„Man kann noch weiter gehen, und positiv behaupten, daß wir die Ausdehnungen einer permanenten Luftmasse betrachten und, als das einzige in unserer Gewalt stehende wahre Maas der Wärme annehmen. Um dies deutlich zu machen, ist es nöthig, eine allgemeine Betrachtung über das Maas aller Materie überhaupt voranzuschicken. Streng genommen, ist die Quantität der Materie in seinem Falle ein Gegenstand unserer unmittelbaren Wahrnehmung. Selbst bey der unmittelbar wahrnehmbaren Materie, die ohne Ausnahme ponderabel ist, beurtheilen wir die Quantität nach dem Gewichte, und nach dem größern oder geringern Widerstande, den sie bewirkenden Kräften entgegensetzt. Dieser letzte Widerstand findet sich unter ähnlichen Umständen, alszeit dem Gewichte proportional; und eben diese Wahrnehmung ist es, welche uns berechtigt, das Gewicht als Maas der Materie zu betrachten. Wir können nemlich überall nur wahrnehmbare Wirkungen von Kräften messen, und müssen die Größe der Wirkung ansehen als Repräsentanten von der Größe der Kraft. Nun fragt sich: was für ein Maas können wir aufstellen von einer Materie, die eigentlich gar nicht unmittelbar wahrnehmbar, und dabey entweder absolut imponderabel, oder wenigstens

Die ganze Wärmeschwankungsbreite ist in der Tabelle 187. Offenbar  
 kein anderer, als irgend eine von 0 anhebende und steigende Luft-  
 derselben. Aber wir müssen bemerken, daß die Luft, da wir wählen,  
 welche sich ausdehnt, da sie sich ausdehnt, ist derselbe, und seine Tempe-  
 ratur ist die Lufttemperatur. In der That ist die Ausdehnung  
 der Körper, die eine meßbare Ausdehnung dieser Art zu Stande bringt;  
 aber den Luft- und trocknen Körpern, die eine reine Ausdehnung der  
 Wärme. Es ist die Ausdehnung der festen und trocknen Körper  
 der, und die Wärme ist die, welche bei den Uebergängen  
 aus einem Zustand in den andern gehen, beweisen, daß  
 die Ausdehnung der Luft, und der verschiedenen Eigenschaften,  
 welche jeder Körper eigen sind, als die Ausdehnung einen sehr  
 beträchtlichen Einfluß haben. Da hingegen bei allen andern die  
 Ausdehnung in einem sehr geringen Grade ist, so ist klar, daß der  
 meiste Theil der Luftart, die auf die absolute Größe ihrer  
 Ausdehnung Einfluß haben, die Wärmeschwankung zu- und Abnahme  
 der Ausdehnung, und als ob irgend ein Druck eine reine Wirkung  
 der Wärme, und eben deswegen das einzige genaue Maß derselben  
 sey.

§. 499. Das bernoullische Luftthermometer  
 (§. 496) erhält man, wenn man die Kugel eines Kapillbar-  
 ommeters (§. 396) zuschmelzt. Es ist das Quecksilber in  
 der Kugel nicht mehr dem Wechsel des Druckes der äußern  
 Luft ausgesetzt. Sonst hat dieses Werkzeug die Unbequem-  
 lichkeit, daß die Röhre davon sehr lang, und weit länger,  
 als bei einem gewöhnlichen Parameter seyn muß, weil sonst  
 das Aufsteigen des Quecksilbers bei verstärkten Graden der  
 Wärme die ganze Röhre ausfüllen würde. Uebrigens muß  
 die Röhre gegen die Kugel enge genug seyn, damit durch  
 das Steigen und Fallen des Quecksilbers in der ersten sich  
 das Niveau in der letzten nicht merklich ändere.

§. 500. Die Florentiner Academie bediente sich zu-  
 erst einer trocknen Flüssigkeit zur thermoskopischen Sub-  
 stanz. Ihr Thermometer besteht in einer eben verschlosse-  
 nen gläsernen Röhre mit einer unten befindlichen Kugel,  
 worin gefärbter Weingeist eingeschlossen ist. Man bemerkte  
 an der Röhre einen Punkt, wobei die Flüssigkeit in einer  
 gemäßigten Temperatur steht, z. B. in einem tiefen Keller,  
 und brachte nun an der Röhre über und unter diesem Punkte  
 eine willkürliche Einteilung in Grade an, so daß man den  
 Punkt mit 0 bezeichnete und die Grade des Thermomes-

tes auf- und abwärts zählte. Da aber bey diesem florentinischen Thermometer jener Punkt nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann, und die Grade über und unter demselben nur willkürlich aufgetragen werden können, so sieht man leicht die Unbrauchbarkeit desselben, um bestimmte Grade der Wärme und Kälte darnach zu messen, und die Untauglichkeit der Methode, um darnach vergleichbare Thermometer zu machen.

*Termina experimentorum naturalium captorum in acad. del Cimento, edit. a Muschenbroek. S. 2 ff.*

§. 501. Fahrenheit machte sich daher um die Verbesserung der Thermometer dadurch sehr verdient, daß er zwey ziemlich feste Punkte daran bestimmte, und den Abstand derselben von einander in eine bestimmte Anzahl Theile oder Grade einteilte; so wie auch dadurch, daß er sich, nach Halley's Rathe, nachher des Quecksilbers zum Füllen der Thermometerrohren bediente. Die Entfernung zweier solcher festen Punkte an dem Thermometer nennt man den Fundamentalabstand. Fahrenheit nahm zum untern Punkte die Temperatur, welche ein Gemisch aus gleichen Theilen Schnee und Salmiak hat, oder den künstlichen Frostpunkt (*Punctum congelationis artificialis*), und zum obern Punkte die Hitze des siedenden Wassers, den Siedepunkt (*Punctum ebullitionis*). Er setzte bey jenem 0, und theilte diesen Fundamentalabstand in 212 gleiche Theile, so daß also diese Zahl für den Grad des kochenden Wassers war. Auch unter 0 trug er eben so große Grade, als oberhalb waren. Für die Hitze des kochenden Quecksilbers kommen 600 seiner Grade.

*Herm. Boerhaave elementa chemiae. Lips. 1752. 8. T. I. S. 146 ff.*

§. 502. Reaumur nahm dagegen zum untern Punkte an der Scale des Thermometers den bequemern natürlichen Frostpunkt (*Punctum regelationis*), oder die Temperatur des schmelzenden Schnees und Eises an, füllte das Thermometer mit Weingeist, der, um die Hitze des kochenden

den Wassers auszuhalten, mit Wasser verdünnt war, und theilte den Fundamentalabstand von jenem Punkte bis zum Siedepunkte in achtzig gleiche Theile, (weil er gefunden hatte, daß sein Waagegewicht um 0,080 seines Volums, das er beim natürlichen Freispunkte hatte, auswich), und setzte also oben einem Freispunkte, so bey'n Siedepunkte, Unter 0 wurden ebenfalls 10 große Grade an der Scale aufgetragen als nach oben zu. Der natürliche Freispunkt, oder das Nullmahlte 0, ist der Fahrenheit's 32 Grad.

Seiden's Werk über mathematische Instrumente; Gilbert's Ann. 1. 11. S. 30.

Règle pour la lecture des thermomètres, dont les degrés sont comparés au, soit de Réaumur; in den Mémoires de l'Académie royale des Sciences, 1750. S. 428. Second supplément. ebendaf. 1751. S. 103.

Man hat in der Reaumur's Scale auch für die Quecksilberthermometer ein Instrument. Sie stimmt aber nicht mit der Gradung des wahren Reaumur'schen Thermometers überein, und dieses zeigt daher mit einem Unterschiede, daß die Reaumur'sche Scale hat, in einem Punkte nicht einen Grad; und wenn man sich der Reaumur'schen Scale bedient, so muß man auch immer bestimmen, ob man den derselben ein Quecksilber- oder ein Waagegewichtsthermometer gebraucht habe.

1. De Luc 2. 4. O. 1. 440. n. f.

§. 203. Man hat nachher noch mehrere Einteilungen des Fundamentalabstandes oder Scales eingeführt. De Lisle setzte beim Siedepunkte des Wassers 0, und beim natürlichen Gefrierpunkte 100, weil das Volumen des Quecksilbers in der Temperatur des letztern um 0,0150 geringer sey, als in der des erstern. Celsius hingegen theilte den Fundamentabstand vom natürlichen Freispunkte bis zum Siedepunkte in hundert gleiche Theile, und setzte bey jenem 0, bey diesem 100. Diese Scale heißt auch die Schwedische, und mit dieser stimmt vollkommen überein, die neue, jetzt fast allgemeine angenommene französische hunderttheilige oder Centesimal'scale. (Thermomètre centigrade.)

In England hat man sich gewöhnlich des Fahrenheit'schen Thermometers bedient. Das achtzigtheilige Thermometer, wird gewöhnlich das Reaumur'sche genannt, sollte aber das Celsius'sche heißen, weil Celsius dieses Thermometer sehr vorzüglich mit den acht Reaumur'schen verglichen, und sich überdies um die genaue Vertheilung desselben sehr verdient gemacht hat.

§. 504. Die Hauptsache bei der Gradirung der Scale des Thermometer ist die Bestimmung zweier, hies länglich unterschiedener, unveränderlicher Punkte, oder des Fundamentalabstandes, die, wenn sie immer wiedergefunden werden können, und ihr Abstand hiernach in gleich große Theile eingetheilt wird, uns in den Stand setzen, harmonisirende Thermometer zu machen. Man ist jetzt allgemein übereingekommen, die Temperatur des schmelzenden Schnees, oder den natürlichen Gefrierpunkte, und die Temperatur des kochenden Wassers, für die beiden festen Punkte der Thermometerscale anzunehmen, deren Abstand man in 180 Theile, wenn man Fahrenheit's Scale, oder in 80 Theile, wenn man Reaumur's Scale, oder in 100 Theile theilt, wenn man Celsius Scale haben will. Um Delisle's Scale zu erhalten, theilt man diesen Fundamentalabstand in 150 Theile, und zählt von oben herab. Dieß alles gilt nur vom Mercurthermometer.

Die Fahrenheit'sche, Reaumur'sche und Celsius'sche Scale lassen sich leicht unter einander vergleichen, wenn man weiß, daß 180 F., 80 R. und 100 C. Grade einander gleich sind; nur muß es bey der Reaumur'schen Scale dann ein Quecksilberthermometer seyn. Es sind demnach  $180^{\circ} \text{F.} = 80^{\circ} \text{R.} = 100^{\circ} \text{C.}$ ;  $90^{\circ} \text{F.} = 40^{\circ} \text{R.} = 50^{\circ} \text{C.}$ ; und also:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Gr. R.} &= 1\frac{1}{2} \text{ F.} = 1\frac{1}{2} \text{ C.} \\ 1 \text{ Gr. F.} &= \frac{2}{3} \text{ R.} = \frac{4}{5} \text{ C.} \\ 1 \text{ Gr. C.} &= \frac{3}{5} \text{ F.} = \frac{4}{5} \text{ R.} \end{aligned}$$

Wenn man aber Reaumur'sche und Celsius'sche Grade auf Fahrenheit'sche, oder umgekehrt diese auf jene, reduciren will, so muß man nicht vergessen, daß Fahrenheit noch 32 seiner Grade unter dem Reaumur'schen oder Celsius'schen 0 zählt. Um Delisle'sche Grade in Fahrenheit'sche zu verwandeln, zieht man die gegebene Anzahl von 150 ab, weil Delisle von oben herunter zählt, multiplicirt den Rest mit 6, und dividirt das Product durch 5 (weil 180° F. mit 150 des Delisle, oder 6 mit 5 übereinstimmen); zu dem Quotienten addirt man noch 32, weil Fahrenheit diese noch unter dem natürlichen Gefrierpunkte hat. Um Delisle'sche Grade in Reaumur'sche zu verwandeln, zieht man die gegebene Anzahl Grade von 150 ab, multiplicirt den Rest mit 8, und dividirt das Product durch 15, weil 80° R. mit 150° Delisl., oder 8 mit 15 übereinstimmen; und um die Delisle'schen Grade auf Celsius'sche zu bringen, subtrahirt man eben so, multiplicirt den Rest mit 9, und dividirt das Product durch 5, weil 100° C. mit 150° Delisl. oder 9 mit 5 übereinstimmen.

Umgekehrt, um Fahrenheit'sche, Reaumur'sche oder Celsius'sche Grade in Delisle'sch zu verwandeln, zieht man die gegebene Anzahl der ersten von 150, der andern von 80, der dritten von 100 ab; multiplu-





mit denen des Fahrenheit'schen in Uebereinstimmung gebracht, und vorausgesetzt, daß der Frostpunkt bey  $32^{\circ}$  F., der Siedepunkt bey  $212^{\circ}$  F. ist. Die dritte Spalte enthält die Quadrate der natürlichen Zahlenreihe, 1, 2, 3, 4 u. ff., welche die Ausdehnung des Wassers durch gleiche Intervalle der Temperatur vorstellen. Dehnt sich 1 lb. eines gewissten Masse Wasser, deren Temperatur  $42^{\circ}$  ist, wenn man dasselbe bis zum Siedepunkt erhitzt, um ein Quantum, welches durch 289 ausgedrückt wird, aus, so wird sich dasselbe bey  $52^{\circ}$  um 1, bey  $62^{\circ}$  um 4 Th. u. ff. ausgedehnt haben. Zieht man nach Dalton absolute Ausdehnung der Körper in Erwägung, so dehnt sich das Wasser durch Kälte auf dieselbe Art aus, nachdem es das Maximum seiner Dichte ( $32^{\circ}$  R. oder  $39,83^{\circ}$  F. — oder nach Dalton nahe bey  $36^{\circ}$ , indem, wie er behauptet, dies die Temperatur der wirklichen größten Dichte sey, während die scheinbare größte Dichte nicht mit  $39,83$  der alten Scala, sondern mit  $42^{\circ}$  F. zusammenfällt) erreicht hat. Die vierte Spalte enthält eine, eine geometrische Progression bildende Zahlenreihe, durch welche die Ausdehnung der Luft, oder überhaupt jeder ausdehnbaren Flüssigkeit angezeigt wird. Das Maximum ist nach Gay-Lussac's und Dalton's Versuchen, bey  $52^{\circ}$  zu 1000 und bey  $112^{\circ}$  zu 1376 angenommen.

Dalton's neues Thermometer (ob- die wahren plei- schen Intervalle d. Temperatur).	Fahrenheit's Thermometeres- ale mit den abzu- gehenden Correctionen für die Ausdeh- nung des Glases.	Die Ausdehnung des Wassers wie die Quadrate der Temperaturen.	Die Ausdehnung der Luft in geomet- rischer Progressi- on. Der Exponen- tent 0.1793015 Maß
— 175°	— 40°,00		693 —
— 68	— 21,12		857,6
— 58	— 17,06		852,5
— 48	— 12,96		867,7
— 38	— 8,52		883,3
— 28	— 3,76		899,1
— 18	+ 1,54	16	915,2
— 8	9,78	9	931,5
+ 2	12,65	4	948,2
12	18,74		965,2
22	25,21		982,4
32	32	1	1000
42	59,5	0	1017,9
52	47	1	1036,1
62	55	4	1054,7
72	63,5	9	1072,5
82	72	16	1092,7
92	81	25	1112,5
102	90,4	36	1132,8
112	100,1	49	1152,4
122	110	64	1175,1
132	120,1	81	1194
142	130,4	100	1215,4
152	141,1	121	1237,1
162	152	144	1259,2
172	163,2	169	1281,8
182	175	196	1304,7

ist. Daher ist es zur genauen Bestimmung des Fundamentsabstandes nöthig, den Siedepunkt entweder nur bey einer bestimmten Normal-Barometerhöhe zu suchen, oder ihn bei einer andern Barometerhöhe darnach zu berichtigen. Die von der Königl. d. Gen. Societät zu London zur Berichtigung dieses Gegenstandes niedergesetzten Commissarien, Cavendish, de Luc, Maskelyne und Horsley, rathen an, den Siedepunkt am Thermometer entweder bloß im Dampfe des kochenden Wassers zu bestimmen, das in einem verschlossenen Gefaße kocht, in welchem die Dämpfe sich selbst den Ausgang verschaffen können, doch so, daß das kochende Wasser selbst die Thermometerkugel nicht berührt; oder die Kugel des Thermometers in das kochende Wasser selbst (wenig bis drei Zoll tief einzusenken. Zur Normalhöhe des Barometers bestimmen sie für die erstere Methode 29,8 engl. Zell, die 27 Z. 11,5 lin. = 335,58 Lin. par. gleich sind; für die zweite aber 29,5 engl. Zell, die mit 27 Z. 8,16 lin. oder 332,16 Linen par. übereinkommen. Da nun genauere Versuche lehren, daß eine Aenderung des Barometerstandes von 29½ bis 30½ Zell engl. = 332,16 Lin. bis 343,42 P. par. eine Aenderung des Siedepunktes von 80,34 Grad auf 81,25 Gr. Reaum. macht, oder, daß um Einen Zoll (engl.) Zunahme des Barometerstandes der Siedepunkt um 0,71 Gr. Reaum. = 1,5 Gr. Fahrenh. höher zu liegen kommt; da folglich jede Aenderung des Barometerstandes um 0,114 Z. engl. = 1,283 Linen par. eine Aenderung des Siedepunktes von 0,114 . 1,55 = 0,181 Gr. Fahrenh., d. i., eine Aenderung um  $\frac{1}{55}$  des ganzen Abstandes zwischen dem Siedepunkte und natürlichen Gefrierpunkte, zuwege bringt: so hat man daraus folgende Regel zur Berichtigung des Siedepunktes festgesetzt: Man beobachte zu der Zeit, da man den Siedepunkt am Thermometer bestimmt, das Barometerhöhe; und wenn sie um n. 0,114 Z. engl. (oder n. 1,28 Linen par.) höher oder niedriger ist, als die Normalhöhe des Barometers sein muß, so muß man den gefundenen Siedepunkt um  $\frac{n}{55}$  seines Abstandes vom Ge-



§. 509. Größere Grade der Hitze, die über den Siedepunkt des Quecksilbers gehen, und die wir fol. 3 nicht mehr durch unsere damit gefüllten Pyrometer messen können, weil das Quecksilber dann seinen Aggregatzustand der tropfbaren Flüssigkeit ändert und in Dampf verwandelt wird, hat man durch Pyrometer zu messen gesucht. Die metallebenen sind sehr unvollkommene und unzuverlässige Werkzeuge. Es gehören hierher:

### 1) Mercurmetallthermometer.

A discourse, concerning the usefulness of thermometers in chemical experiments -- with the description and use of a new kind of thermometer, newly invented by James Jurin, M.D. See Phil. Transact. Vol. XLIV. 1703. No. 424. Appendix E 471. Gilbert's Phil. Discours. Th. IV. C. 303.

### 2) Das Gefaß von Löthe Metallthermometer.

Thermometra metalli et ad inventum e Comite Loevo de Freyrie, aut. Jo. Dan. Tinn. Lipl. 1757. + Richard's Tables etc 4. 54.

### 3) Zinnober Metallthermometer.

Thermometri metalli et descriptio, aut. J. Fr. Zeno in du nov. comment. postop. T. II. C. 305 ff.

„Frequent's neues Metallthermometer; Schweigger's Journ. 11. C. 43.

§. 510. Wedgwoods Pyrometer macht allen anderen den Vorzug streng. Es gründet sich auf das Verziehen des Thons, in der Hitze zu se winden, ohne sich durch plötzliche Erköhlung wieder auszudehnen. Auf eine messingene Platte sind messingene Stäbe gefügt, die etwas schräg gegen einander laufen, und so eine allmählig enger werdende Rute bilden, in welche die zum Gebrauche dienenden eiserne Würfel hineingeschieben werden. Um nun den Grad der Hitze eines Ofens zu messen, legt man einen eisernen Würfel hinein, und wirft ihn sogleich, nachdem er die Hitze des Ofens angenommen hat, in kaltes Wasser. Der Würfel geht desto tiefer in die Rute des Pyrometers hinein, je schmaler seine Seite durch die Hitze geworden ist. An der Stelle, wo der Würfel stecken bleibt, sieht auf den Stäb-

ben eine Zahl, die den Grad der Hitze anzeigt. Es versteht sich, daß man immer einerley Art Thermometer zu diesem Pyrometer brauchen muß.

*Philosophical transactions*, Vol. LXVII. und LXXIV.

„Woodwards Pyrometer ist nach der neuen Artzählung des Grades nicht mehr darstellbar; vergl. Deutsch Gewichts t. B. II S. 121.  
21.“

### Freye Wärme und deren Verbreitung.

§. 511. Um jeden erhitzten Körper herum verbreitet sich, der Erfahrung zu Folge, jene Kraftäußerung auf unser Gefühl und aufs Thermometer, wodurch wir auf das Daseyn der Wärme schließen, nach allen Richtungen zu, und zwar mit abnehmender Intensität, wab, so fern wir in der Wärme als wirkende Ursache einen Stoß annehmen, folgern wir aus dieser ihrer Verbreitung, daß derselbe eine ausdehnfähige (sammt dem Lichte von der Sonne zur Erde gelangende, und auf lechterer sich nach allen Richtungen verbreitende, m. th. n) unschwere, und laut aller Beobachtung nur durch sich selbst Ausdehnbarkeit besitzende, oder rein und an sich expansible Flüssigkeit sey.

§. 512. Diesen Umständen zu Folge müßte der Wärmestoff sich von dem Orte aus, wo er frey wird, ins Unendliche verbreiten, und seine Dichtigkeit, folglich seine Expansivkraft oder seine Kraftäußerung, müßte daher endlich Null werden, weil er seiner Verbreitung durch sich selbst und durch seine eigene Ausspannungskraft nicht Grenzen setzen kann. Daß würde auch geschehen, wenn nicht, wie die Folge lehren wird, dem freyen Wärmestoffe durch Ausdehnungskräfte anderer Materien dagegen in seiner Ausspannungskraft Grenzen gesetzt, und er also dadurch gebracht werden könnte, seinen Raum mit Beharrlichkeit zu erfüllen.

§. 513. Zur anschaulichen Erklärung gewisser Phänomene kann man sich zwar die Verbreitung des Wärmes

§. 520. Nach der atomistischen Vorstellungsart erklärt man das Warmwerden der Körper und die Zunahme ihrer Temperatur aus dem in ihre leeren Zwischenräume tretenden und durch sie strömenden Wärmestoffe und dessen zunehmender Dichtigkeit: aber hiernach würden nur die vorerwähnten leeren Zwischenräume der Körper warm seyn; die materiellen Theile müßten absolut kalt seyn. Es geht hier vielmehr eine wahre chemische Durchdringung vor, wie bey den Auflösungen (§. 182.).

Ebenso wird aller Kältestoff, der andern Materie zugesetzt wird, durch ihre Anziehung dagegen aufgenommen, und er bewirkt, wie aus Folge dieser Anziehung, wie das ist die durchdringende Wärme, was in der Folge durch Wärme aus einander zerlegt werden wird. Eine mechanische Durchdringung ist nicht möglich (§. 51.).

§. 521. Nur die strahlende Wärme in Körpern ist die warmmachende, nur sie wirkt auch Geist und auf's Thermometer, und heißt freyer Wärmestoff. — „Dort, wo die strahlende Wärme Ausdehnung bewirkt, verschwindet sie für unser Gangegefühl, oder wird zur gebundenen oder latenten Wärme. &c.“ — Man nennt sie dann unmerklichen, verborgenen, oder fixirten Wärmestoff (Calore in fixum).

§. 522. Die Temperatur eines Körpers (§. 317.) hängt also nicht von der Quantität des darin befindlichen Wärmestoffes überhaupt, sondern von der des freyen Wärmestoffes ab, der durch ihn dringt oder aus ihm tritt.

§. 523. Wenn ein Körper eine höhere Temperatur hat, als ein anderer, der mit ihm zusammengebracht wird, so pflanzt sich die Wärme aus jenem in diesen fort, und der kältere entzieht den Ueberschuß der Wärme dem wärmeren. Der eine verliert also, und der andere überkommt; und duss dauert so lange, bis das Thermometer in beiden eine gleichförmige Temperatur anzeigt.

„Wenn gleichartige Materie erst in dieser Mischung von Wärme und Kälte, nach dem Gesetze der Mischung des Stoffs der wärmeren Körper; vgl. §. 293.“

St.“



§. 524. Da aus einem warmen oder erhitzten Körper nur in so fern Wärmertheilchen weggeführt werden, in sofern die umgebenden Körper weniger warm sind, so sagt man, daß die Wärme eines Körpers, oder eines umgebenden Mittels, allemal einem gleich großen Grade von Wärme in dem andern das Gleichgewichte halte.

§. 525. Bey diesem Gleichgewichte des Wärmestoffes in Körpern von einerley Temperatur muß man aber nicht die Vorstellung haben, daß derselbe durch sich selbst zurückgehalten sey, oder daß er sich durch den Gegendruck des eben so ausdehnbaren Wärmestoffes in einer gleichförmigen Spannung oder Dehnung befinde, wie etwa zwey mit der Federkraft begabte Stahlfedern, oder Polster, oder zwey Portionen eingeseiftener Lufe im Gleichgewichte sind. Diese Idee steht schlechterdings mit der Natur des freyen Wärmestoffes, der, wie das Licht, nie mit Beharrlichkeit seinen Raum erfüllt, und für den es keine undurchdringliche Hülle giebt.

Der Versteher von Spannungen und darauf gegründeten ableiten und specifischen Elax enthält des Wärmestoffes laut Herr Warre in seiner sehr sehr theilbaren Abhandlung zum Grunde: Ueber die Menge und Modificationen des Wärmestoffes, von Joh. Lob. Mayer. Erlangen 1731. 8.

§. 526. Das Gleichgewicht der Wärme besteht vielmehr in der Gleichheit der durch die Verbreitung des freyen Wärmestoffes hervorgerufenen Wechsel. Wenn sich nemlich zwey benachbarte Körper eine Anzahl Wärmertheilchen in einer gegebenen Zeit zuschicken, oder, mit andern Worten, wenn in einerley Zeit in den einen Körper so viel neue Wärmertheilchen aus dem andern strömen, als von ihm zu demselben treten; so ändert sich natürlicher Weise die Temperatur nicht, da die Quantität der freyen Wärmertheilchen in den Körpern gleich bleibt und von denselben die Temperatur abhängt. Gesähet aber, es verliese in dem einen Körper die Warmematerie ihre bewegende Kraft zur Verbreitung, so würde ihm von dem andern Körper mehr davon zuströmen, als er jenem wieder zusendet, und so würde die

gleich bleibe, in gleichen Zeiteinheiten der D. steter; hier anfänglichen Temperaturen gleich. Dieses Gesetz folgt aus dem vorhergehenden ungezwungen, und Richmann hat es durch eine Reihe hinreichender Versuche zu bestätigen gesucht.

Inquisitio in legem, secundum quam calor flu. di. in vase contin. certo tempore intervallo in temper. c. aut constanter eodem gradu decrescit, vel arescit, et desinetio ejus, auct. Oro. Rich. Richmannus; in den not. comment. petrop. T. I. S. 190. Lambert a. a. O. S. 235 ff. Prevost recherches, I. 18.

§. 534. Wenn ein erh. hier Körper in einem kalten Mittel sich befindet, dessen Temperatur sich gleich bleibe, so führt die Expansion des Wärmestoffes in jedem Augenblicke einen Theil der Wärme des Körpers weg, welcher der in ihm zurückbleibenden Wärmemenge proportional ist.

Wenn z. B. der Körper z. B. steter warmen Wärme in einem kalten Mittel sich befindet, so werden nach dem ersten Augenblick noch z. B. steter warmen Wärmemenge übrig bleiben; er wird in jedem Augenblicke wieder z. B. von diesen z. B. verlieren, und es werden z. B. von den z. B. der primären Wärmemenge übrig bleiben, u. s. f.

Aequilibrium. T. II. S. 4. 5. und Princip. philos. nat. L. III. Prop. VII. Cor. IV. Richmann a. a. O. S. 193. Lambert a. a. O. S. 234. Prevost a. a. O. S. 24.

„Der im absoluten Vakuum bestehende Körper ist, in so fern er einen Theil seiner Wärme seiner Umgebung verliert, ein Selbstleiter der Wärme, nach der Erfahrung gemiß ist; er, den d. einen Theil seiner Wärme um so langsamer entweichen, je schwerer er sie zuvor angenommen hat; und er ist ein so schlechterer Wärmeleiter, je größer sein Selbstwärmestoffgehalt war. Nach Bodström ist der beste Selbstleiter die Luft; die folgenden die Holz, Seife und Metalle, und sehr manach B. das die Wärmeableitungswegen des Wärmestoffes, so ist das des Wärmestoffes = 843, des Goldes = 457, des Zinks = 401, des Kupfers = 510 und des Eisens = 557. Wärm. m. c. primärwärmestoff. II. S. 163. Num. 4.“

„Ueber Ableitung und Fortleitung der Wärme vergl. auch Langesdorffs Wärmelehre S. 119. S. 121.“

§. 535. Diesem Gesetze gemäß geschieht die Erwärmung oder Erkältung eines Körpers in einem Mittel, dessen Temperatur constant ist, dergestalt, daß die Unterschiede seiner Wärme von der des Mittels in einer geometrischen Progression sind, während die Zeiten der Erhitzung oder Erkältung in arithmetischer Progression fortgehen. Die

Fortschritte der Veränderungen der Temperatur des Körpers werden deßhalb auch in gleicher Zeit immer kleiner.

Anwendung von diesem allgemeinen Gesetze der Erhaltung oder Erzeugung in Thieren, wenn die sich die Wärme im überlebenden Körper beude die Temperatur ändern, hat Prevost a. a. O. §. 60.

§. 536. Die Erhätungen erhitzter Körper in einem Mittel, dessen Temperatur sich gleich bleibt, sind nach Richman in geraden Verhältnisse ihrer Oberflächen und in umgekehrten ihrer Massen.

Richman a. a. O.

§. 537. Unser Körper enthält selbst eine Quelle der Wärme in sich, so lange wir leben, wie der Körper aller warmblütigen Thiere, d. h., es wird in unserem Körper während seines Lebens beständig freier Wärmestoff zum Brennen gemacht, der sich dem Körper mittheilt und den Antheil erhebt, welchen wir nach den Gesetzen der Verbreitung des Wärmestoffs ohne Unterlaß an die uns umgebenden Mittel abgeben. Wenn nun ein anderer uns berührender Körper uns in einerley Zeit mehr freyen Wärmestoff mittheilt, als er von uns empfängt, so nennen wir ihn warm oder heiß; wenn er hingegen in einerley Zeit mehr Wärmestoff von uns empfängt, als er uns mittheilt, so heißt er kalt. Kälte ist nichts Positives, sondern etwas Negatives. Absolute Kälte, oder das wahre Null am Thermometer, kennen wir nicht.

Von demselben Rechte, mit welchem man die Annahme eines Wärmestoffs gehalten, laßt sich auch die eines Kältestoffs ertheilen. (Siehe weiter unten §. 631. 4.).

§. 538. Wenn es für den freyen Wärmestoff eine undurchdringliche Hülle gäbe, so würde der darin eingeschlossene Körper stets die Temperatur behalten, die er einmal hat, da die Intensität seines Wärmestoffs durch Verbreitung nicht geschwächt würde. Es existirt aber keine Materie in der Natur, die für die Wärmestoffe undurchdringlich wäre (§. 518.)

§. 539. Die Erfahrung lehrt aber, daß die verschiedenen Körper den Wärmestoff nicht gleich schnell durchlassen,



§. 540. Wir schreiben diesemnach demjenigen Körper, der die Wärme schneller durch sich durch läßt, als ein anderer, oder der in kürzerer Zeit des gleichen Wärmestroms durch einen Wärmestrom von einerley Temperatur zu einer gleichen Anzahl von Graden erhitzt wird, eine größere Wärme-leitende Kraft zu, als einem andern, und gründen hierauf den Unterschied zwischen guten und schlechten Leitern für die Wärmematerie. Einem vollkommenen Nichtleiter für die Wärme giebt es nicht.

§. 541. Indessen herrschen bey den Philosophen zum Theil noch widersprechende Vorstellungen von dem, was sie unter Wärme-leitender Kraft der Körper verstehen, und sie haben sich noch nicht gehörig über den Begriff davon vereinigt. Wenn z. B. ein bis zum Siedepunkte erhitztes Thermometer in eine Masse schmelzenden Schnees gestellt wird, so wird es darin weit schneller zu der Temperatur des schmelzenden Schnees herabkommen, als in Luft von eben dieser Temperatur. Ich muß also dem schmelzenden Schnee eine stärkere Wärme-leitende Kraft zuschreiben, als der Luft. Wenn ich aber diese darnach bestimme, ob ein Körper schneller oder langsamer, folglich in kleinerer oder in größerer Zeit, bey gleichem Volumen zu einerley Anzahl von Graden durch einen Wärmestrom erhoben werden kann: so muß ich der Luft eine stärkere Wärme-leitende Kraft zuschreiben, als dem Wasser, weil ich finde, daß sie weit schneller vom Gefrierpunkte an zu einer gewissen Temperatur kommt, als das Wasser.

§. 542. Man muß sich also erst über die Bestimmung der Wärmeleitenden Kraft einvernehmen. Ich bekenne sie daher, mit Graf Rumford, von dem wir die zahlreichsten Versuche über diesen Gegenstand haben, für das Vermögen der Körper, bey übrigens gleichen Umständen, die Abkühlung eines darin eingeschlossenen erhitzten Körpers schneller oder langsamer zu lassen. Der Körper, der diese Abkühlung schneller zuläßt, ist ein besser





Vogelhouff über die Leitungskraft der Metalle für Wärme: ebenfalls  
H. L. E. 1790. Derselb. über das Feuer, 1792. 4 - 5. v. Calton u.  
Dörmann a. a. O.

„Da ein gewöhnliches Thermometer von jeder Temperatur Ver-  
änderung des Quecksilbers, in welchem man es enthält, zu sehr abhän-  
gig ist, so erfand Leslie das Differenzialthermometer, welches auch  
von Mr. Rumford benutzte. Es besteht aus zwei dünnen  
Glasköpfen, welche in Hefale des Quecksilbers stehen, und  
die sich an jedem Ende in eine kleine, sehr feine Röhre  
endigen. Die Röhre enthält etwas durch Luft zu erfülltes Quecksilber,  
welches erreicht, den größten Theil der oben zu sehen. Die  
beiden kleinen Köpfe des Quecksilbers ist eine kleine röhrenförmige Röhre be-  
festigt, welche in zwei Weale getheilt worden, und die Röhre in  
die so geordnet, daß ihre obere Fläche in dem einseitigen Quecksilber  
selbst gerade dem Theile der Weale, wie der mit 0 bezeichnet ist, ent-  
gegen steht. Diesen die innere Röhre, welche sich an dem mit der  
Weale versehenen Quecksilber befindet, nennt man die obere Röhre  
zu unterscheiden von der äußeren Röhre, genannt. Man nimmt dieses Thermo-  
meter in ein warmes Zimmer, so wird die obere Röhre auf beiden Seiten  
gleichmäßig wärmer und es wird die in der Mitte befindliche Röhre  
gleichmäßig ausgedehnt, so daß sie sich der Röhre in der Mitte  
auf beiden Seiten gleichmäßig ausdehnt. Sobald man die Röhre  
im Laufe des Versuchs eine höhere Temperatur, während die obere  
Röhre derselben Temperatur, jedoch nicht ausgedehnt ist, so wird  
sich die Luft der Röhre ausdehnen, während die in der unteren  
Röhre befindliche Luft nicht ausgedehnt wird. Die mehr ausgedehnte  
Luft wird demnach durch die in die Röhre sich befindende Röhre  
drücken, und die obere Röhre wird sich ausdehnen, und die obere  
Röhre wird sich ausdehnen, und die obere Röhre wird sich ausdehnen,  
und das Ereignis wird dem Quecksilber der Röhre entsprechen, welchem die  
Differenzialthermometer vor. Ein thermisches Thermometer wurde sich  
höher vorzüglich dazu, seinen Grad der Hitze anzuzeigen, die man  
zu bestimmten Punkten, z. B. in dem Siedepunkt des Wassers  
bestimmen der Röhre bestimmten bestimmten Brennpunkt anzuzeigen  
ist, während die Röhre einen Punkt oder einen Punkt aus der Luft  
ausgedehnte Luft, und wenn von einer Röhre etwas aus und es  
wärmer wird. Um über das Verhalten der Wärme Versuche zu  
stellen, nahm Leslie eine kleine zinnene Kugel, von 3 bis 4 Linien  
Durchmesser, welche er mit feinem Wasser und 1 Theil der einen Seite  
nach, jedoch diesen Brennpunkt von Wasser in 1 Theil der Röhre  
machte, in dessen Brennpunkt sich die Röhre des Differenzial-  
thermometers befand. Die mit diesem Wasser gefüllte Röhre  
wurde zuerst mit den verschiedenen Metallen bedeckt, die man  
langsam, vermögen bestimmt werden sollte. Man fand erstens, die  
Leitung so langsam, so glüht die Wasserfläche des Quecksilbers  
nicht und je bewegter die umgebende Luft war, so war die Wärm-  
leitung der verschiedenen Metalle proportional dem Umfang der Wärm-  
leitung der Oberfläche gegen dem Brennpunkt; 2) nahm die Wärm-  
leitung der Oberfläche ab, wenn die obere Oberfläche des  
Metalles in mehreren Richtungen, z. B. durch Schmelzen, so geordnet  
war; 3) hatten isolirte verschiedene Metalle, welche die Wärme  
bestanden, beygle der Leitung nachstehende Unterschiede der Wärm-  
leitung:

1) Silber, 2) Gold, 3) Kupfer,

4) Zinn,



rer Leiter, als der, welcher sie langsamer oder in längerer Zeit zuläßt. Im gemeinen Leben nennen wir schlechte Leiter für die Wärme, z. B. Wolle, Federn, Haare, Pelzwerg, warme, auch warme haltende Körper.

§. 543. Erst in neuern Zeiten hat man diesen Gegenstand, der in Ansehung des Nutzens, welcher sich von seiner Bearbeitung für Künste und Gewerbe und für die Gesellschaft überhaupt, so wie selbst für die Erklärung mehrerer Naturphänomene daraus ziehen läßt, so überaus wichtig ist, zu bearbeiten angefangen. Das Verfahren, dessen sich Rumford in seinen neuern Versuchen bedient hat, besteht darin, ein empfindliches Quecksilberthermometer mit hinreichend breiter Scale in einen Glaskolben mit einer Kugel so aufzuhängen, daß die Kugel des Thermometers in der Mitte der Kugel steht; den Zwischenraum mit der Substanz, deren respective Wärmeleitende Kraft man bestimmen will, zu gleicher Höhe auszufüllen, den Apparat in kochendem Wasser bis zu einerlei Temperatur zu erhitzen, hernach in einer kaltemachten Mischung aus Eis und Wasser von hinlänglicher Masse wieder abzukühlen, und nach einer Secundenuhr genau die Zeit zu merken, welche verfließt, ehe das Thermometer von 70 Gr. R. bis 10 Gr. herabsinkt, und zwar von 10 Gr. zu 10 Gr. Man sieht leicht, daß die Leistungskraft der Substanz für die Wärme im umgekehrten Verhältnisse der gefundenen Zeit der Abkühlung stehen muß. Versuche über die Wärmeleitende Kraft der Körper haben Richmann, Rumford, Ingenhous, Piccet und Mayer angestellt. Die Resultate, die sie daraus ziehen, weichen oft von einander ab.

New Experiments upon Heat, by Colon. Sir Benjam. Thompson: Lond. 1786. 4. Experiments upon Heat, by J. A. J. General Sir Erasmus Thompson in den Phil. of. transact. 1782. P. I. S. 43 ff. Versuche über die Wärme, von General Major von Benj. Thompson (Wof. Rumford), in Green's Journal der Physik, B. VII. S. 146 ff. Mayer vom Kometenfluge, S. 212 ff. Ueber das Verhältniß, welches die Leitungskraft der Körper zur die Wärme befolgt, von Hrn. Hrn. Mayer in Green's Journal der Physik, B. IV. S. 22.

Ingma





weitere Fortse erkennbar werden, erndet sich auf die schließliche letzte Gleichgewichtsheit des Holzes für Wärme. („Der Grund der Erwärmung muss also die wohl nicht in der Proportionalität, als in der Abweichung zu suchen seyn.“)

Was bei verschiedenen Wärmeleitenden Kraft ist, es nun auch leicht erklären, warum ein Stück Metall und ein Stück Holz, beide von gleicher, aber von niedrigerer Temperatur als unser Körper, sich nicht gleichförmig kalt beim Anfassen zeigen.

§. 345. Der Wärmestoff, der bei seiner Verbreitung auf die Fläche eines andern Körpers trifft, und davon nicht angezogen wird, oder sie nicht durchdringt, wird nach dem Gesetze der Reflexion elastischer Körper (§. 303. und 416.) davon wieder zurückgeworfen, und strömt unter eben dem Winkel von der reflectirenden Fläche zurück, unter dem er darauf stieß. Die Erscheinungen des Wärmestoffes, der sich in Vereinigung mit dem Lichte verbreitet, bestätigen dieß am besten, wie die Folge lehren wird.

Stücker addirta Pictet's Versuche über die Zurückstrahlung der warmen Wärme durch Hg-Spiegel und über die gegenwärtige Zurückstrahlung der Kälte.

Pictet a. a. O. Kap. 5.

§. 346. So lange zwei Körper gleichartig bleiben, so kann es gar keinem Zweifel unterworfen seyn, daß, wenn die Temperaturen derselben gleich sind, die absoluten Quantitäten des freien Wärmestoffes sich darin verhalten wie die Massen oder Volumina. Der Wärmestoff mag darin Abänderungen seiner Expansivkraft erleiden oder nicht, so wird im ersten Falle dieß immer auf gleiche Art geschehen.

§. 347. Es folgt hieraus, daß, wenn zwei gleichartige Körper von ungleichen Temperaturen mit einander gleichförmig vermengt werden, sich die Wärmemenge beider zusammen gleichförmig durch das ganze Gemenge ausbreiten, und die Vertheilung des Ueberschusses des freien Wärmestoffes den Volumina oder Massen derselben proportional seyn müsse. Die Erfahrung bestätigt diese von Richmann angegebene Regel vollkommen, wenn man das

zugleich in Anschlag bringt, was von der Wärme während des Zusammenmischens an die umgebende Luft oder das Gas fäß, worin man die Mischung macht, tritt.

Wenn also  $T$ ,  $t$  die verschiedenen Grade der Temperatur der zu vermischenden gleichartigen Körper,  $M$ ,  $m$  ihre Massen oder Volumina anzeigten,

so ist die Temperatur nach der Vermischung, oder  $x$ , 
$$x = \frac{T \cdot M + t \cdot m}{M + m}.$$

Wenn  $M = m$  ist, so ist  $x = \frac{T + t}{2}$ . Gesezt, es werde 1 Pfund bei

50 Grad von 100 Gr. F. mit 1 Pf. Eand von 40 Gr. vermengt, so

wird die Temperatur nach der Vermischung  $\frac{100 + 40}{2} = 70$  Gr. werden,

oder der Ueberschuß, 140 Gr., in dem einen Pfunde wird sich unter denselben Umständen vertheilen, so daß das wärmere Pf. auf 70 oder 70 Gr. sinkt, und das kalte das, von 40 auf 70 Grad erhöht. Oder, wenn 10 Pfund Wasser von 100 Gr. mit 5 Pfund Wasser von 40 Gr. vermischt werden, so wird die Temperatur nach

der Vermischung  $\frac{100 + 10 + 40}{10 + 5} = 77\frac{1}{3}$  Gr. werden.

Aus der Formel:  $x = \frac{T \cdot M + t \cdot m}{M + m}$ , folgt, daß  $M + m = x - t$ .

$T - x$ ; und man kann daraus finden, wie groß die Massen oder Gewichte seyn müssen, deren verschiedene Temperaturen gemessen sind, wenn man, um aus ihrer Vermischung eine bestimmte Temperatur hervorzubringen. Man habe 6 Pf. Wasser von 60 Gr. und 10 Pf. 100 Gr., wieviel das Ge. durch von jedem, um eine Temperatur von 75 Grad des Gemischten hervorzubringen? Antwort:  $90 - 60 = 30 = 45 : 30 :: 1 : 1\frac{1}{2}$ , man muß von dem Wasser von 100 Gr. 3 Thle., und von dem 60 Gr. 7 Thle. mit einander vermischen müssen, um 90 Gr. warmes zu erhalten.

*De quantitate caloris, quae post mixtorem funderum certo gradui cal. eum committitur, regulacione, auctore Geo. Willelmo Richmann. in den nov. comment. phys. T. I. S. 150 ff.*

§ 518. Diese Regel findet aber gar nicht mehr Statt, so bald man ungleichartige Körper von verschiednen Temperaturen mit einander vermengt. Hier vertheilt sich der Ueberschuß des wärmeren nicht nach Verhältnis der Gewichte dieser Körper; und es sind vielmehr ungleiche Quantitäten des fragten Wärmestoffes nöthig, um in gleichen Gewichten gleiche Veränderungen der Temperatur zuwege zu bringen. Wenn z. B. 1 Pfund Quecksilber und 1 Pf. Wasser, welches letztere eine höhere Temperatur hat, als jenes,

mit einander zusammengeführt werden, so wird die Wärme des Gemenges allezeit größer seyn, als das arithmetische Mittel der vorigen Temperaturen; wenn aber das Quecksilber heißer ist, als das Wasser, so wird die Temperatur kleiner seyn, als das arithmetische Mittel.

Wenn z. B. 1 Pf. Quecksilber von 110 Gr. R. und 1 Pf. Wasser von 44 Gr. mit einander vermischt werden, so sollen nach der Richman'schen Regel die Temperatur des Gemenges 67 Gr. werden, he wird aber nur 47 Gr. und wenn das Quecksilber 44 Gr. und das Wasser 110 Gr. hat, so wird es 107 Gr. Wenn also das 1 Pf. Quecksilber 63 Gr. durch Vertheilung verliert, so gewinnt das Wasser nur 3 Gr.; und wenn es wiederum das Wasser 3 Gr. verliert, so gewinnt das Quecksilber den 63 Gr.

§. 449. Wenn also die Temperatur eines Körpers A um  $n$  Grade wächst oder vermindert wird, während die Temperatur des damit vermengten Körpers B von gleichem Gewichte um  $m$  Grade vermindert wird oder wächst: so können wir schließen, daß so viel Wärmepelchen, als den Körper A um  $n$  Grade wärmer machen können, ein eben so großes Gewicht von B um  $m$  Grade erwärmen; und daß, wenn A und B von gleichem Gewichte gleiche Temperatur haben, die Quantitäten der freyen Wärmepelchen darin sich verhalten wie  $m:n$ .

Wird in dem vorhergehenden Beispiel die Wärme des Wassers bei der Vermischung mit gleich viel Quecksilber um 1 Gr. mehr oder weniger verändert, während die des Quecksilbers um 21 Grad vermindert wird oder wächst: so sieht man, daß so viel Wärmepelchen, als das Wasser um 1 Gr. wärmer machen können, ein eben so großes Gewicht des Quecksilbers um 21 Gr. erwärmen. Wenn also Wasser und Quecksilber von gleichen Gewichten gleiche Temperatur haben, so müssen die freyen Wärmepelchen in jenem sich 21 mal mehr in diesem verhalten wie 1:21.

§. 550. Dieses Verhältniß der Quantitäten freyer Wärmepelchen in ungleichartigen Körpern bei gleicher Temperatur und gleichem Gewichte nennt man die specifische Wärme (Calor specificus) nach Wille, oder die comparative Wärme, auch die Capacität der Körper für Wärme, nach Crawford. Bestimmt man das Verhältniß bei gleichem Volumen, so nennt es Wille die relative Wärme.



§ 551. Man bestimmt diese specifische Wärme der Körper aus den Veränderungen der Temperaturen, die sie zeigen, wenn sie in verschiedenen Temperaturen vermischt worden und hernach auf eine gemeinschaftliche gebracht worden sind. Wenn die Gewichte der Körper A und B gleich sind, so verhalten sich die specifischen Wärmen  $m, n$  umgekehrt wie die Veränderungen  $x, y$  der Temperaturen, nachdem sie auf eine gemeinschaftliche gebracht worden sind; oder es ist  $m : n :: y : x$  folglich  $m = \frac{ny}{x}$ . Wenn die Gewichte  $P, p$  der zu vermengenden Materialien ungleich sind, so verhalten sich die specifischen Wärmen  $m, n$  umgekehrt wie die Producte aus den Veränderungen  $x, y$  der Temperaturen in die Gewichte; oder es ist  $m : n :: yp : xp$ , folglich  $m = \frac{ny}{x}$ . Der Erfinder dieser Formel ist Irvine.

Ein Pfund Quecksilber von 110 Gr., mit 1 Pfund Wasser von 41 Gr. vermischt, zeigt eine Temperatur von 47 Gr. Die Veränderung der Temperatur des Quecksilbers, oder  $x$ , ist  $110 - 47 = 63$ ; die des Wassers  $y$ , oder  $y$ , ist  $41 - 47 = 6$ ; folglich verhält sich die specifische Wärme des Quecksilbers, oder  $m$ , zu der des Wassers, oder  $n$ , wie  $y : x = 6 : 63 = 1 : 10.5$ ; und es ist also  $m = \frac{ny}{x}$ , wenn  $n = 1$ . Wenn 14 Pf. Quecksilber, oder  $P$ , von 100 Gr. mit 1 Pf. Wasser, oder  $p$ , von 50 Gr. vermischt werden, so wird vermöge der Mischung die gleichgewichtige Temperatur nach der gehörigen Vertheilung der Wärme 70 Gr. Hier ist also  $x = 100 - 70 = 30$ ;  $y$  beträgt  $70 - 50 = 20$ , folglich  $m : n = py : Px = 1 : 20 : 16.50 = 20 : 420 = 1 : 21$ ; das ist, wie vorher.

§ 552. Der Erste, der hierüber Erfahrungen angestellt hat, war Wille. Black und Irvine hatten sich zwar auch schon mit diesem Gegenstande beschäftigt; die Resultate ihrer Untersuchung wurden aber erst nachher durch Crawford bekannt gemacht, der selbst mit vieler Sorgfalt die specifische Wärme verschiedener Körper zu bestimmen gesucht hat. Man hat so die Resultate dieser Versuche in Tabellen gebracht, und die specifische Wärme des Wassers dabei zur Einheit gesetzt. Diese Versuche erfordern aber außerordentlich viel Genauigkeit, wenn die Resultate nicht zu sehr von der Wahrheit abweichen sollen. Eine Hauptregel



haben ist, keine solchen Substanzen mit einander zu vermengen die eine chemische Wirkung auf einander äußern, sich wechselsseitig auflösen, oder ihre Form ändern, oder ein zusammengesetztes neues Product geben, weil dabei, wie die Folge lehren wird, aus dem Körpern selbst Wärmertheilchen frey oder verschluckt werden können, die die berechnete Temperatur erhöhen oder vermindern. Crawford hat diese Regel nicht immer beobachtet, und eben deswegen sind viele seiner Resultate unzulässig. Wie Naturforscher verwechseln übrigens noch die latente Wärme mit der specifischen, welches ganz irrig ist. Die letztere ist nur Verhältniß der fixen Wärmertheilchen in Körpern bey gleichen Temperaturen und Gewichten.

Sonst ist bey Aufstellung der Versuche über die kreisförmige Wärme der Körper zu merken. 1) daß diese Quantitätstheorie nicht vollkommen ist, die nicht nur sehr genau, sondern auch sehr unrichtig sind. 2) daß die Wärme, die während der Verbrennung an die umgebende Atmosphäre abstrahirt wird, anders berechnet werde. 3) daß die Luft die Wärme der Temperatur der Luft im Zimmer habe; 4) daß die specifische Wärme des Wassers, wenn die Temperatur vergrößert wird, sehr verschieden sey, und der Einfluß derselben in die Wärme sehr verschieden sey; 5) daß die Wärme der sehr niedrigen Temperaturwechsel aus der sehr großen Verminderung werden; und 6) daß die Volumen so viel als möglich gleich genommen werden.

Wezra der Nachbeobachtung der im §. angeführten Hauptregel bey diesen Versuchen hat beyden von Crawford erhalten, nem die Abnahme zu vermehren, die er bey der Bestimmung der comparativen Wärme der Metallkörper, der Äther, des Holzes, der brennbaren Luft, des Wassers, der Asche, der Bohnen, der Gerste, des Feuers, des Blutes; u. a., herausbringt. Eben so auch die Resultate, welche andere bey der Vermischung mit Wasser und Salzen, Säuren, Alkoholen, Eis, erhalten haben.

Versuche über die eigenthümliche Menge des Feuers in festen Körpern und deren Messung, vom Joh. Carl Wilke; in den neuen schweizerischen Abhandl. Phys. u. II. S. 43; und in Coell's neuesten Handb. der Chemie, B. 2. S. 165. Experiments and observations on animal heat, and the inflammation of the human body, being an attempt to resolve these phenomena into a general law of nature. by John Crawford, Lond. 1779. 8. 1781. 8. Uebersetzung von Crawford's Versuche und Beobachtungen über die Wärme, a. d. Engl., herausgegeben von A. Hall, 1779. 8. Versuch der neuen Theorie über Feuer, Wärme, Kälte und Luft, von Green; in dessen Journal der Physik, B. 2. S. 58. S. 139 ff.

§. 553. Dalton bemerkt gegen Black's, Irvine's Crawford's, Wilke's, Carradori's, Gado's u. a.

Verfahren, es lasse sich nicht verbürgen, 1) daß die Capacitäten der Materien, so lange diese ihren Aggregatzustand nicht verändern, beständig sind, oder, mit andern Worten, daß die specifische Wärme genau im Verhältnisse mit den Temperaturen stehe; und 2) daß das gewöhnliche Mercurthermometer ein zuverlässiges Prüfungsmittel der Temperaturen sey (vgl. S. 509. Anm.) Dalton vermuthet vielmehr, daß die Capacität namentlich des Wassers zunehme, a) weil das Volum des Gemisches aus gleichen Massen Wasser von verschiedener Temperatur kleiner ist, als die Summe der Volumina beider Masse; b) weil mit plötzlicher Aenderung der Capacität einer Materie, durch Veränderung ihres Zustandes, ihre Capacität steigt, wenn die Temperatur nachse, von einer geringeren zur größten fortschreite, z. B. Eis, Wasser, Dampf; und c) weil aus Crawford's eigenen Versuchen hervorgehe, daß bei den meisten rezeptaren Flüssigkeiten mit der Zunahme der Temperatur, auch Vergrößerung der Capacität für die Wärme Statt finde. — Dalton a a D. S. 64 Kr."

Daß die specifische Wärme der Körper sich wie folgt verhalte, wie die Anzahl antheilnehmende der Körper, vermute ich mit Boerhaave, auch Boyle (da, welcher annahm, daß sich die adäquaten Quantitäten der festen u. fl. wie in unähnlichen Körpern der gleichen Temperaturen bei einander verhielten wie die Volumina der Körper, noch nicht für mich bezieht).

Von dem eben hier gebrauchten Verfaßte von Quecksilber und Wasser (S. 443. 544) d. ist die gemessene 12. Temperatur nach der Vermehrung des 1 Pfund Quecksilber von 110 F. und des 1 Pf. Wasser von 44 F. statt 47 Gr. nur 45 Gr. werden, wie es in der Vorlesung auch wohl sein kann, wenn der entweichende Wasserdampf keine Wärmetheilchen fortsetzte, oder da sich 16 kreuzenden Wärmetheilchen sonst bei 1 in Akkumulation gebracht werden könnten. mit dazu würde die Rechnung nach der Formel des 151. S. die specifische Wärme des Quecksilbers zu der des Wassers stehen, wie 405 — 44 : 110 — 425 — 45 1000 : 12000, oder umgekehrt, wie ihre eigenthümlichen Eigenschaften.

Herm. Boerhaave elem. chemiae Lips. 1753. T. 1. S. 166. 167.

Die specifischen Wärmen verhalten sich umgekehrt, wie die Erstgrößen der einfachen Ausdehnungen. Vergl. Erst d. Lf. 17. S. 37.

## Wirkungen des Wärmestoffes auf die Körper.

### Expansion der Körper durch Wärme.

§. 554. Die erste Wirkung, die wir an den der Hitze ausgesetzten Körpern wahrnehmen, ist die schon oben (§. 489) angeführte Ausdehnung in einem größern Raum. Diese Ausdehnung ist Folge der thätigen Expansivkraft der Wärmebegeben, durch welche die ursprüngliche Repulsionskraft der Materie der Körper in Beziehung auf die Anziehungskraft derselben vermehrt wird, so daß beide nur dann erst wieder im Gleichgewichte sind, wenn die Materie des Körpers einen größern Raum als vorher erfüllt, folglich expandirt worden ist.

§. 555. Die Größe der Ausdehnung der Körper in der Hitze, bei gleichem Volum derselben und gleicher Intensität der mitgetheilten Hitze, richtet sich nicht nach einem Gesetze, sondern es dehnen sich expansible Flüssigkeiten stärker und schneller aus, als tropfbar-flüssige; diese stärker und schneller, als feste Körper. Werkzeuge, um die Zunahmen der Ausdehnung fester Körper in der Hitze zu messen, hat man auch Pyrometer genannt. Muschenbroeck, Bouguer, Smeaton haben dergleichen angegeben; vergl. §. 505. Anm. St."

*Abstr. Astron. introd. ad phil. nat. T. II. §. 1527. Expériences faites à Paris, sur la dilatation et la contraction, qui suivent les mélanges par le chaud et le froid, par Mr. Bouguer: in den Mémoires de l'acad. roy. des sc. 1745. P. 350. Description des propriétés of a new pyrometer, in den ph. of transact. Vol. XLVII. 1754. No. 75. Lambert's Pyrometrie, S. 119.*

„Ueber die Ausdehnungen der Tropfbaren und der Gase vrrgl. auch: Schenck's Untersuchungen in Green's neuem Journ. d. Phys. I. S. 210 ff.; de Luc über die Atmosphäre S. 67. Schenkburg in den ph. of. transact. Vol. LXXI. S. 323 ff.; de Roy ebend. 1751. Saussure's Hyarometrie §. 117. Fonde monde, Berthollet und Monge in den Mém. de l'acad. roy. des sc. 1790. S. 50 ff. und de Morveau in Green's Journal der Phys. I. S. 228. Anweisung, in den Mém. de l'acad. roy. des sc. 1792 ff. und Jüngers' Zibid. der physik. Naturl. Berlin 1805. Cap. LXX. 44. St."

§. 556. Von der Ausdehnung fester Körper in der Hitze ist es herzuleiten, daß sich der Gang der Pendel, die Festkraft, Sprödigkeit und Zähigkeit der festen Körper durch die Temperatur ändern kann.

§. 557. Die Ausdehnung der festen Körper, als solcher, in der Hitze hat ihre Grenzen, über welche hinaus sie aufhören feste zu seyn, und durch den fortbauenden und stärkern Einfluß des Wärmestoffs sie entweder flüssig werden und schmelzen, oder sonst Veränderung ihrer Mischung erleiden und nicht mehr die vorige Natur behalten. Wenn feste Körper durch die Hitze flüchtige Bestandtheile verlieren, so können sie dadurch auch wohl sich mehr zusammenziehen; eben dies kann auch erfolgen, wenn sie durch die Hitze in einen Grad der Zusammenziehung oder anfangenden Schmelzung kommen, und ihre körnige und mit Höhlungen versehene Textur verändern und dicht werden. Ein Beispiel giebt das Schwinden des Thons in der Hitze.

„Vergl. S. 505. Item.

Kr.“

§. 558. Ueber die Ausdehnungen tropfbarflüssiger Körper in der Hitze haben wir bereits §. 505. an die für Merkur und Wasser geltenden Gesetze erinnert, und fügen hier nur noch hinzu, daß die Expansion verschieden gearteter (chemisch verschiedener) tropfbarer Flüssigkeiten durch die Hitze im zusammengefaßten Verhältnisse ihrer Dichtigkeit, Zähigkeit und ihres stoichiometrischen Werthes stehe.

Kr.“

„Nach Dalton's u. a. neuerer Physischer Bestimmungen, betragen sich nachstehende Tropfbare, durch Erhitzung von 32° F. bis 212° F. um bezeichnende Theile ihres Volums aus:

Mirrar	$0,0107 = \frac{1}{93}$
Wasser	$0,0166 = \frac{1}{60}$
Wasser mit Kochsalz gesättigt	$0,0500 = \frac{1}{20}$
Schwefelsäure	$0,0500 = \frac{1}{20}$
Salzsäure	$0,0500 = \frac{1}{20}$
Essentiaöl	$0,0700 = \frac{1}{14}$

Kistler	$0,0700 = \frac{1}{14}$
Reine Oele	$0,0700 = \frac{1}{14}$
Alkohol	$0,1010 = \frac{1}{10}$
Euphorasäure	$0,1010 = \frac{1}{10}$

§ 359. Uebrigens erhellt aus der Dilatation der trocknen Flüssigkeiten in der Wärme die Nothwendigkeit, bei der Bestimmung der eigenthümlichen Gewichte derselben eine gewisse Normal-Temperatur durchaus zu beobachten (§ 351).

§ 360. Die Gränze der Ausdehnung der liquiden Stoffe, als fester, durch die Hitze, ist da, wo sie anfangen, sich in ausdehnende Flüssigkeiten, in Dämpfe oder Gas zu verwandeln, weil sie dann ganz andere Grade der Ausdehnung befolgen.

„Ueber die Ausdehnung der Gase § 309.

Fr.“

§ 361. Durch Zunahme der Temperatur der Luft wird ihre Expansivkraft vermehrt, wie ihre Ausbreitung in einen größeren Raum offenbar lehrt. Ist nun die Luft in einem Gefäße eingeschlossen, so nehmen durch Vermehrung der Wärme ihre Ausdehnbarkeit und ihr Druck auf das Hinderniß ihrer Expansion zu.

Es sei mit einem Luft erfüllte Blase schwimmt in der Hitze auf.

Im Luftthermometer bracht die durch die Wärme verursachte und in ihren Ausdehnbarkeit vermehrte Luft die Flüssigkeit in die Höhe.

Im Thermobarometer wird das Wasser durch erwärmte Luft zum Sieden gebracht.

Die Feuerfontaine.

§ 362. Die Zunahme der Ausdehnbarkeit der eingeschlossenen Luft durch die Wärme macht, daß sie nun einer höhern Quecksilbersäule in der torricellischen Röhre das Gleichgewicht halten kann, als in der Kälte; und der Ueberschuß dieser Höhe über die, welche sie zur Zeit ihrer Einschließung im Freyen erhielt, giebt das Maas ihrer vermehrten absoluten Ausdehnbarkeit durch Wärme an.

§. 563. Die gleichförmige Ausdehnung aller Gase durch die Wärme, verbunden mit dem Mariottischen Gesetze, zeigt, daß die Ausdehnbarkeit eines und desselben Gases, dessen Dichtigkeit sich gleich bleibt, durch die Wärme, nach eben dem Verhältniß wachse, als es durch die selbe bei gleichbleibendem Drucke sich in einen größern Raum ausdehnen würde (§. 498. Anm.) Kr."

§. 564. Die Gewalt, welche eingeschlossene und erhitzte Luft gegen das Hinderniß ihrer Expansion ausübt, muß durch die Zunahme der Hitze immer mehr und mehr wachsen. Vielleicht giebt es keinen denkbaren Grad von Ausstreuungskraft, den sie nicht erreichen könnte. Das Wachsthum ihrer Ausdehnbarkeit in den Graden des Milibens ist bewundernswürdig groß, und groß genug, um alle Bande der Cohäsion und Schwere zu überwinden, wie die Kraft des entzündeten Schießpulvers in Schießgewehren, beim Sprengen der Minen und des Gesteins in Berge werfen bewirkt.

Verlust einer Theorie der Pyrenäen, nebst einer Vorlesung über Verbesserung der Auszüge, von Franz Vander. Augsburg und Altdorf 1791.

§. 565. Aus ähnlichen Gründen wächst auch die Druckkraft, welche plötzlich und bei beträchtlich hoher Temperatur entbundene Gase, gegen ihre Widerstand leistende Umgränzungen ausüben. Dem Theil gehört daher die beträchtliche Vermehrung der bewegenden Gewalt des Schießpulvers, wenn es (bei Sprengarbeiten) mit trocknem Mehle, oder Salz oder Sägespänen vor dem Abfrennen vermenet wurde. Kr."

„Haber gehet das von dem Minendirector Darguthen in Braunschweig bekannt gemachte, in Preussens und die Verhütung, dem zu Folge das zum Verfeuern der Bohr-Löcher und das Schießpulver mit einem Theil des trocknen Mehls der Darguthen'schen Methode, mit bedeutendem Vortheil für die Sprengarbeit vermischt wurde. D. Muschelst. III. S. 263. Meinelde's Indis. oekonom. Verordn. 18. Ann. la a D. S. 66 u. 4. wurde ein letztes Geheimnis, zu der Pyrenäen der Met. Kerkener Eisenbrücke des Halls in England mit dem dritten Theile der schmelzenden Ladung der einen Zelle von zwei Volumen Sägespänen und des angedachten Zusammenbau.



der des Gemeintheil nicht aus zu greiffen. — Es wirken hier 2) die schließliche Wärmeerzeugung der Expiration oder deren Stillstand, nach auch für das Gas sich erzeugenden Pulverform die 3) gelassener Bestandtheile der 4) 5) die unvollkommene Elasticität der Gase wie es und wie es scheint, auch der Zustand, im welchem sich die Gas-Exhalation abdrückt und dadurch unterworfen und in diesem Zustand findet sich eine noch größere Widerstandende (?) durch die Abnahme der dichten, atmosphärischen Luft, welche den empfindlichen Druck der 6) 7) 8) enthaltenen, sehr feinen u. Gase, nach allen Richtungen und so viel mal vermehrt festhält, als ihre Eigenschaften, welche sie durch sich, vertheilungsmäßig größer ist, als jene des momentanen calen-ten nach Vorübergehes !.

[illegible]

§. 566. Da also die Ausdehnbarkeit der Luft durch die Wärme wächst, so kann auch eine dünnere Luft, welche erwärmt ist, einer dichtern, aber kältern Luft das Gleichgewicht halten. Die erwärmte Luft breitet sich daher in der Kältern aus, steigt in derselben empor, oder ergiebt sich über diele hin.

Digitized by Google

- a) Die Wirkung der Wetterböden und des Wetterwechsels in Aachen.  
L'observateur, in den nov. comment. Parap. T. 1, S. 287 ff.  
Journ. in den Mem. de l'acad. roy. des sc. 1768, S. 213 ff.
- a) Der Zug der Luft in den Windböden.
- b) Das Emporkommen der Mongolischen.  
Sur la machine phys. T. II S. 210 ff. Fausas de St. Fond.  
description de la machine aerostatique de Mont. de Monge-  
fer a Paris 1784. T. I II.
- a) Die entzündlichsten Ströme der Luft durch die geöffnete Thür des  
ersten obersten Zimmers
- 5) Beobachtung, als auch die Entstehung der Winde.  
Zr."

§. 567. Hierauf gründet sich ferner die Methode, Gefäße mit sehr enger Mündung mit Wasser oder andern tropfören Flüssigkeiten leicht zu füllen. Wird nemlich durch Erwärmung des offenen Gefäßes die darin enthaltene



Luft so viel als möglich ausgetrieben, und dann die offene Mündung des heißen Gefäßes in die Flüssigkeit gestellt, so kann die darin zurückbleibende Luft dem Abkühlen nicht mehr dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht halten, und diese treibe nun das Wasser in dasselbe hinein. Aus der Verdrängung des übrigbleibenden Raums, den jetzt die abgekühlte Luft im Gefäße noch einnimmt, mit dem Inhalte des Gefäßes, läßt sich der Grad der Verdünnung, den die Luft erlitten hatte, bestimmen.

### Schmelzen und Gefrieren.

§. 568. Die Wirkung der Wärme auf feste Körper, wodurch sie in den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit übergehen, heißt Schmelzen (*Fusion*), und man sagt von einem durch die Hitze tropfbar flüssig gemachten Körper: er sey im Flusse, er schmelze, er fließe.

§. 569. Aus dem, was oben (§. 123. 130) von dem Unterschiede zwischen festen und tropfbar-flüssigen Materien angeführt worden ist, folgt, daß die Expansivkraft des Wärmestoffes den Grund der Schmelzung enthalte, und durch seinen Bestritt zur festen Substanz das Verhältniß der ursprünglichen Gewichtskräfte derselben abändere und die Repulsionskraft in Beziehung auf die Anziehungskraft der Theile vermehre.

§. 570. Die Flüssigkeit aller tropfbaren Materien, die wir jetzt kennen, ist abgeleitet und Folge des Einflusses der Wärme (§. 137.).

§. 571. Bey der Verschiedenheit der Größe der Anziehungskraft der Theilchen der specifisch verschiedenen Materien unter einander und zum Wärmestoff darf es uns nicht wundern, daß einige Materien eine größere, andere eine geringere Intensität des Wärmestoffes zum Schmelzen erfordern, ja, daß es Materien geben kann, die bey allen

uns jetzt bekannten Grad der niedrigsten Temperatur un-  
 serer Atmospäre noch liquide sind.

Etwas flüchtige und leichtflüchtige Materien.

§. 572. Ueberhaupt aber folgt aus dem Vorhergehenden, mit Berücksichtigung des früher (§. 245 u. f.) erwähnten, daß die Schmelzbarkeit der Körper durch Wärme im zusammengesetzten und umgekehrten Verhältnisse ihrer Cohärenz, Wärmeleitung und Dichtigkeit steht. Kr."

§. 573. Manche Gemische schmelzen leichter, als die einzelnen Materien, woraus sie bestehen.

Das Schnellloth der Klempner.

Das schnelle Metallgemisch, aus 2 Theilen Weinsäure, 1 Theil Zinn und 1 Theil Zinn, das schon im kochenden Wasser flüssig wird.

§. 574. Neueren Beobachtungen gemäß giebt es keinen unerschmelzbaren oder unschmelzbaren Körper, sondern bey hinlänglicher Hitze des sogenannten Knallgasgebläses, kommen alle für sich, sonst aber doch wenigstens durch Hülfe anderer, mit denen sie sich chemisch vereinigen, im Feuer zum Schmelze. Die letztern nennt man beschwefene Salze, Schwefelungsmittel.

Verf. 16. Kalkerde und Thonerde sub. sic. sich leicht streng. flüssig: schnell, aber, wenn sie vermischt sub. in der Phosphor.

Wenn man zwei angefeuchteten Hemen aus 2 Theilen gereinigtem trocknem Salpeter, zwei Theilen Schwefelkies und zwei Theilen feinem Pulver aus demselben kann man eine feine feine Schwefelung in einer Minute schmelzen. (Dumont's schneller Lauf.)

„Anno 1780 Knallgasgebläse: Schwigger's N. Journ. XVIII. S. 273 255. Kalkner's D. Moniteur III. Marsch's Schmelzer 1780. Schwigger's N. Journ. IV. S. 270. Kr."

§. 575. Von dem wahren Schmelzen ist das Flüssigwerden mancher Salzkristalle, z. B. des Alauns, Bitters, in der Hitze, zu unterscheiden, das seinen Grund in den wässerigen Theilen derselben hat, die in größerer Hitze das Salz auflösen, ungeachtet sie es in geringerer nicht können, und nach deren Verluste das Salz in der Hitze auch wieder fest wird.

§. 576. Wenn die geschmolzenen Körper einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt werden, als die ist, wober sie zu schmelzen anfiengen, so werden sie wieder fest. Man nennt dies das Festfrieren oder Gefrieren (*Contraction*). Es ist Folge des Austrittes des ihnen Theile abhängernden Wärmestoffes, und es geschieht schneller oder lan samer, theils nach der Verschiedenheit der Differenz der Temperatur des geschmolzenen Körpers und des umgebenden Mediums, theils nach der Leitungskraft des letztern für die Wärmestoffen. Von der Kristallisation der Theile der Körper bey diesem Festfrieren oder Gefrieren ist oben (§. 442.) gehandelt worden.

§. 577. Nach der gegebenen Erklärung (§. 570.) vom Schmelzen müssen alle Körper im Flusse ein größeres Volumen haben, als im Zustande der Festigkeit. Die Erfahrung bestätigt dies auch allerdngs. Die Ausnahme, welche einige Materien, wie Eis, Kobalt, Wismuth, Spiesglass, Schwefel, zu machen scheinen, läßt sich aus der Kristallisation ihrer Theile bey dem Festfrieren leicht erklären.

„Wasser ist bey einer Temperatur unter  $32^{\circ}$  R. d.  $0^{\circ}$  R. mehr ausdehnbar, als bey  $32^{\circ}$  R. — Dies ist der letzte Punkt von der Wirkung des Krytallisationsstoffs ab. Vergl. dessen Einwirkung in die n. Chem. d. E. 279 und 294. 21.“

### Bildung ausdehnbarer Dünste.

578. Eine andre und höchst merkwürdige Veränderung der Form, welche sehr viele, sowohl feste, als flüssige Körper erfahren, wenn sie der Wirkung des Wärmestoffes unterworfen werden, ist die Verwondlung derselben in ausdehnbare oder expansible Flüssigkeit, nemlich in Dampf (*Vapor*.)

§. 579. Wenn z. B. Wasser in einem gläsernen Gefäße der Hitze ausgesetzt wird, und seine Temperatur endlich einen gewissen Grad erreicht hat, so sehen wir, daß sich eine Menge Bläschen allmählich an der Wand des  
 610

Bläschen anseht, die sich nach und nach ablösen, emporsteigen und an der Oberfläche des Wassers zerplätzen. Bei zunehmender Hitze des Wassers nehmen diese Bläschen an Menge und Größe zu, so daß sie bey ihrem Emporsteigen die Durchsichtigkeit des Wassers endlich hindern. Zuletzt geräth die ganze Masse des Wassers in Bewegung, wegen der Größe und Menge der Blasen, und das Wasser wälzt nun auf, kocht oder siedet. Bis zu diesem Sieden steigt die Temperatur des Wassers, wie ein hineingestelltes Thermometer zeigt. So wie es aber zum Sieden in einem offenen Gefäße gekommen ist, bleibt das Thermometer, wofern es nur den Boden oder die Wände des Gefäßes nicht berührt, in dem Wasser auf dem erhaltenen Punkte underrücklich. Die Blasen, die im kochenden Wasser aufsteigen, sind der ausdehnnsame Dampf des Wassers. Dieser Dampf ist vollkommen durchsichtig, wie die Luft, und bleibt auch beim Heraustrreten aus dem Wasser unsichtbar und ausdehnnsam, so lange er die dazu nöthige Wärme hat, oder nicht durch Zusammendrückung vernichtet wird. So verwandelt sich nun bei fortwährender Hitze das Wasser nach und nach ganz in Dampf, und wird als solcher fortgeführt.

§. 580. Es sind nun mehrere feste und liquide Materien fähig, bey einem angemessenen Feuersgrade in eine ausdehnnsam-flüssige Materie, oder Dampf, verwandelt zu werden. Der dazu nöthige Grad der Hitze ist bey den verschiedenen Stoffen gar sehr verschieden.

Kaphur und Weingeist siedern bey geringerer Hitze, als Wasser; dieses bey annähernd, 24 Grad über. Schwefel verflüchtigt sich früher als Wismuth, Zinn, Spießglas, Arsenik. Aber auch das feinst feuerbeholdende Gold und Silber können durch die äußersten Grade der Hitze zur Verflüchtigung gebracht werden.

§. 581. Aber die Erfahrung lehrt auch: daß der Druck der atmosphärischen Luft, die über der Fläche der kochenden Flüssigkeit sich befindet, den Grad der Hitze, bey dem eine und dieselbe Flüssigkeit siedet, sehr abändert; daß



wieder auf den oben angegebenen Stand von  $-0^{\circ}10$  zurückkehrte, wenn man die Kugel vom Glase entfernend, sie mit der platten Mitte des Bodens in Berührung setzte. — Bey gleicher Leistung der Wärmeführung, gleichem Durchmesser derselben und gleicher Fläche ihrer Oberflächen, sollte — bey derselben Flüssigkeit der Siedepunkt bey gleicher Temperatur eintreten, wenn nicht noch ein Unterschied bewirkt würde, 1) durch die Art, wie die entstehenden Dämpfe innerhalb der siedenden Flüssigen (wo sie die Stelle der entweichenden Luft einnehmen) verdrängt werden. Die hierbei möglichen Verhältnisse beschreiben, hielten sich auf folgende zurückfuhren lassen: a) verdrängt dem Gehalt besonders des oberen, offenen Theils des Gefäßes, oder der Gefäßmündung; je enger dieselbe ist, je langsamer werden die Dämpfe entweichen können, um so mehr werden sie auf die in der Flüssigkeit vorhandenen, ebenfalls schon gebildeten drücken, und um so mehr werden diese erhöht werden; b) Erwärmung runder, vielschüssiger und spitzer Körperchen, 3. B. Sand, Glasstückchen etc. Sand verminderte in Mündre's Versuchen die Hitze des Wassers und setzte den Siedepunkt desselben um einige Zehnteltheile eines Grades herab. Es befördert diese Körperchen das Aufsteigen der Dampfblasen, theils wegen ihrer Gestalt und häufigen Entlassung ihrer atmosphärischen Luft, vielleicht auch in Folge erregter Electricität und Minderung der electrischen Anziehung durch Spitzen, die zum Theil auch dazu dienen mochten (vermöge gleichzeitiger electrischer Ladung des Wassers und der Dämpfe) die Adhäsion des tropfbaren Wassers zum Dampf (welche hinreicht, Blasenhüllen zu bilden) zu schwächen. Denn ohne diese Schwächung blieben in Mündre's Versuche die Dämpfe derohalbe dem tropfbaren eingeschlossen, daß sie durch weitere Erwärmung, im Gefaße ohne Sand, über den Siedepunkt erhitzt zu werden vermochten.

Dr. de Luc beobachtete dieß auf einer Reise über den Mont Cenis im J. 1766 in verschiednen Höhen, und wiederholte diese Untersuchungen im J. 1765 auf den Gebirgen in Faucigny. Ich theile hier die Resultate dieser letztern Beobachtungen mit, wobei ich die Grade des bey 27 Z. Barometerstand gedruckten Thermometers auf ein solches gebracht habe, das bey 23 Z. bestimmt worden wäre.

Barometerstand.				Wärmegrade des kochenden Wassers	
28 Z.	5 Z.	2.	3. Sechzehntel	80,30° R.	
28	5	—	.	80,29	.
28	5	4	.	80,14	.
28	1	2	.	80,05	.
27	11	—	.	79,94	.
27	10	—	.	79,90	.
27	9	7	.	79,84	.
27	8	7	.	79,61	.
27	8	5	.	79,58	.
27	—	6	.	79,55	.
26	8	14	.	78,95	.
26	4	15	.	78,85	.
26	5	15	.	78,78	.
25	11	7	.	78,40	.
24	10	9	.	77,44	.

Barometerstand.				Thermescale des kochenden Wassers.
24	3.	62	15 Sechzigstel	77,66° R.
24	.	8.	1.	77,70 .
23	.	8.	8 .	77,45 .
23	.	4.	6 .	76,14 .
22	.	13.	14 .	74,80 .
21	.	10.	7 bis 2.	74,74 .
20	.	4.	25 .	73,21 .
19	.	7.	15 .	72,40 .

De Luxe Unterf. über die Kometen S. II. p. 857. ff.

Was wir oben unter dem Barometern der Lathomide angeführten  
Versuche hat sich folgende Resultate:

Barometer stand.	Endenab des Wassers.
24 Zoll 6,5 Lin.	67 R.
8 .	56 6 8 57 R.
7 . 8,5 .	55,6 R.
7 .	54 .
6 . 1 .	51,5 .
5 . 5,5 .	50,5 .
5 . 5 .	49,5 .
5 . 8 .	47 6 6 47,5 R.
4 . 10 .	46,5 R.
4 . 0 .	46 .
3 . 11 .	45 .
3 . 9 .	43 .
3 . 2 .	42 .
3 . 2 .	41,5 .
2 . 4 .	40 .
2 . 12 .	39 bis 51,5 R.
2 . 9 .	38 R.
2 . 3 .	35 .
2 . 2 .	34 75 .
1 . 10 .	32 .
1 . 9 .	31 .
1 . 8 .	29,5 .

Gründ. d. Naturg. S. 501. ausgef. Abb.

„Auf die Veränderungen des Siedepunktes des Wassers in ihrem  
Zusammenhange mit den Veränderungen des atmosphärischen Drucks  
und der Barometerhöhe, arbeitet sich J. Berthollet's und Lavallo's,  
von Wollaston verbessertes thermometrisches Barometer zum Ende  
benutzen, oder Versuches mittelst des in verschiedenen Höhen  
bestimmten Siedepunktes, den Unterschied dieser Höhen zu bekun-  
nen, verol. Schweigger's N. Joura. f. Chem. und Phys. XIII.  
S. 16. u. f. Kr.“

§. 582. Der Grund von diesem veränderlichen Sie-  
degrade des Wassers und anderer tropfbarer Flüssigkeiten  
ist folgender. Die Dünste haben keine Permanenz ihrer  
ausdehnungsfähigen Flüssigkeit, als bey einem bestimmten Grade



der Wärme unter einem bestimmten Drucke (§ 136.). Sollen sie also als ausdehnbares Fluidum in der Luft oder unter ihrem Drucke bestehen, so müssen sie einen ihr gleichen Grad der Ausdehnbarkeit besitzen, und diesen erlangen sie nur durch einen bestimmten Grad der Wärme. Sie können sich also auch im Innern des Wassers, auf dessen Fläche die Luft drückt, nicht eher bilden, oder das Wasser kann nicht eher kochen, bis sie durch die gehörige Hitze denjenigen Grad der Ausdehnbarkeit erreichen, welcher der Ausdehnbarkeit der Luft das Gleichgewicht hält. Je weniger die Luft darauf drückt, desto geringer braucht die Ausdehnbarkeit der Dünste zu seyn, um dem Drucke der Luft das Gleichgewicht zu halten: folglich bedürfen sie auch eines desto geringern Grades der Wärme, um sich bilden zu können. — Ohne den Druck einer Atmosphäre würden wir gar kein liquides Wasser, keine Naphta und keinen Alkohol kennen; denn sie würden dann bey den Temperaturen, woben wir leben, ausdehnbare Flüssigkeiten seyn (§. 138.)

§. 583. So lange die Dünste als ausdehnbares Fluidum bestehen, befolgen sie auch dieselbigen Gesetze des Drucks und des Gleichgewichts schwerer expansibler Flüssigkeiten, und es gilt daher in diesem Zustande alles das von ihnen, was hiervon oben von der Luft (§. 370.) angeführt worden ist.

§. 584. Die absolute Ausdehnbarkeit der Dünste läßt sich eben so, wie die der Luft, durch die Höhe einer Quecksilbersäule messen, die in einer Barometeröhre damit im Gleichgewichte ist.

Die Beschreibung eines Elastometers für Dünste habe ich in der ersten (4. 538.) angl. Abhandl. mitgetheilt.

Müncke fand, daß die Dichtigkeiten der Dämpfe gleich ist, im Vakuum wie im luftvollen Raume, bemerkt aber auch, daß nicht mehrere Dämpfe neben einander, weder im luftvollen noch im leeren Raume bestehen können, ohne zum Theil ausgetrieben (verdunstet) zu werden. Schwelger & N. Journal. XI. S. 1 u. f.

§. 585. Die absolute Ausdehnbarkeit der in Gefäßen eingeschlossenen Dünste nimmt, wie die der eingeschlossenen Luft, durch die Wärme zu. Beobachtungen über das Wachsthum der absoluten Ausdehnbarkeit der eingeschlossenen Dünste des Wassers, durch eine bestimmte Anzahl von Wärmegraden, haben wir durch von Berancourt erhalten

Wärmegrade der Dünste des Wassers	Absolute Ausdehnbarkeit der Luft bei 0°
10° R.	0,65
20 .	1,30
30 .	1,95
40 .	2,60
50 .	3,25
60 .	3,90
70 .	4,55
80 .	5,20
90 .	5,85
100 .	6,50
110 .	7,15
120 .	7,80

Mémoire sur la force expansive de la vapeur, par Mr. de Berancourt, à Paris 1792. 4.

Über, obgleich nicht so vollständig, Tabelle darüber hat Herr Dreyer gegeben. Die neuen physikalischen und chemischen Untersuchungen von Berancourt sind zwar im Journal de l'École polytechnique, 1792, 1793, 1794, 1795, 1796, 1797, 1798, 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, 1807, 1808, 1809, 1810, 1811, 1812, 1813, 1814, 1815, 1816, 1817, 1818, 1819, 1820, 1821, 1822, 1823, 1824, 1825, 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, 1833, 1834, 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, 1843, 1844, 1845, 1846, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870, 1871, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686, 2687, 2688, 2689, 2690, 2691, 2692, 2693, 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700, 2701, 2702, 2703, 2704, 2705, 2706, 2707, 2708, 2709, 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718, 2719, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2725, 2726, 2727, 2728, 2729, 2730, 2731, 2732, 2733, 2734, 2735, 2736, 2737, 2738, 2739, 2740, 2741, 2742, 2743, 2744, 2745, 2746, 2747, 2748, 2749, 2750, 2751, 2752, 2753, 2754, 2755, 2756, 2757, 2758, 2759, 2760, 2761, 2762, 2763, 2764, 2765, 2766, 2767, 2768, 2769, 2770, 2771, 2772, 2773, 2774, 2775, 2776, 2777, 2778, 2779, 2780, 2781, 2782, 2783, 2784, 2785, 2786, 2787, 2788, 2789, 2790, 2791, 2792, 2793, 2794, 2795, 2796, 2797, 2798, 2799, 2800, 2801, 2802, 2803, 2804, 2805, 2806, 2807, 2808, 2809, 2810, 2811, 2812, 2813, 2814, 2815, 2816, 2817, 2818, 2819, 2820, 2821, 2822, 2823, 2824, 2825, 2826, 2827, 2828, 2829, 2830, 2831, 2832, 2833, 2834, 2835, 2836, 2837, 2838, 2839, 2840, 2841, 2842, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2848, 2849, 2850, 2851, 2852, 2853, 2854, 2855, 2856, 2857, 2858, 2859, 2860, 2861, 2862, 2863, 2864, 2865, 2866, 2867, 2868, 2869, 2870, 2871, 2872, 2873, 2874, 2875, 2876, 2877, 2878, 2879, 2880, 2881, 2882, 2883, 2884, 2885, 2886, 2887, 2888, 2889, 2890, 2891, 2892, 2893, 2894, 2895, 2896, 2897, 2898, 2899, 2900, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2914, 2915, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2932, 2933, 2934, 2935, 2936, 2937, 2938, 2939, 2940, 2941, 2942, 2943, 2944, 2945, 2946, 2947, 2948, 2949, 2950, 2951, 2952, 2953, 2954, 2955, 2956, 2957, 2958, 2959, 2960, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2966, 2967, 2968, 2969, 2970, 2971, 2972, 2973, 2974, 2975, 2976, 2977, 2978, 2979, 2980, 2981, 2982, 2983, 2984, 2985, 2986, 2987, 2988, 2989, 2990, 2991, 2992, 2993, 2994, 2995, 2996, 2997, 2998, 2999, 3000, 3001, 3002, 3003, 3004, 3005, 3006, 3007, 3008, 3009, 3010, 3011, 3012, 3013, 3014, 3015, 3016, 3017, 3018, 3019, 3020, 3021, 3022, 3023, 3024, 3025, 3026, 3027, 3028, 3029, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3054, 3055, 3056, 3057, 3058, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, 3064, 3065, 3066, 3067, 3068, 3069, 3070, 3071, 3072, 3073, 3074, 3075, 3076, 3077, 3078, 3079, 3080, 3081, 3082, 3083, 3084, 3085, 3086, 3087, 3088, 3089, 3090, 3091, 3092, 3093, 3094, 3095, 3096, 3097, 3098, 3099, 3100, 3101, 3102, 3103, 3104, 3105, 3106, 3107, 3108, 3109, 3110, 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3120, 3121, 3122, 3123, 3124, 3125, 3126, 3127, 3128, 3129, 3130, 3131, 3132, 3133, 3134, 3135, 3136, 3137, 3138, 3139, 3140, 3141, 3142, 3143, 3144, 3145, 3146, 3147, 3148, 3149, 3150, 3151, 3152, 3153, 3154, 3155, 3156, 3157, 3158, 3159, 3160, 3161, 3162, 3163, 3164, 3165, 3166, 3167, 3168, 3169, 3170, 3171, 3172, 3173, 3174, 3175, 3176, 3177, 3178, 3179, 3180, 3181, 3182, 3183, 3184, 3185, 3186, 3187, 3188, 3189, 3190, 3191, 3192, 3193, 3194, 3195, 3196, 3197, 3198, 3199, 3200, 3201, 3202, 3203, 3204, 3205, 3206, 3207, 3208, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3216, 3217, 3218, 3219, 3220, 3221, 3222, 3223, 3224, 3225, 3226, 3227, 3228, 3229, 3230, 3231, 3232, 3233, 3234, 3235, 3236, 3237, 3238, 3239, 3240, 3241, 3242, 3243, 3244, 3245, 3246, 3247, 3248, 3249, 3250, 3251, 3252, 3253, 3254, 3255, 3256, 3257, 3258, 3259, 3260, 3261, 3262, 3263, 3264, 3265, 3266, 3267, 3268, 3269, 3270, 3271, 3272, 3273, 3274, 3275, 3276, 3277, 3278, 3279, 3280, 3281, 3282, 3283, 3284, 3285, 3286, 3287, 3288, 3289, 3290, 3291, 3292, 3293, 3294, 3295, 3296, 3297, 3298, 3299, 3300, 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3314, 3315, 3316, 3317, 3318, 3319, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3325, 3326, 3327, 3328, 3329, 3330, 3331, 3332, 3333, 3334, 3335, 3336, 3337, 3338, 3339, 3340, 3341, 3342, 3343, 3344, 3345, 3346, 3347, 3348, 3349, 3350, 3351, 3352, 3353, 3354, 3355, 3356, 3357, 3358, 3359, 3360, 3361, 3362, 3363, 3364, 3365, 3366, 3367, 3368, 3369, 3370, 3371, 3372, 3373, 3374, 3375, 3376, 3377, 3378, 3379, 3380, 3381, 3382, 3383, 3384, 3385, 3386, 3387, 3388, 3389, 3390, 3391, 3392, 3393, 3394, 3395, 3396, 3397, 3398, 3399, 3400, 3401, 3402, 3403, 3404, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409, 3410, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3416, 3417, 3418, 3419, 3420, 3421, 3422, 3423, 3424, 3425, 3426, 3427, 3428, 3429, 3430, 3431, 3432, 3433, 3434, 3435, 3436, 3437, 3438, 3439, 3440, 3441, 3442, 3443, 3444, 3445, 3446, 3447, 3448, 3449, 3450, 3451, 3452, 3453, 3454, 3455, 3456, 3457, 3458, 3459, 3460, 3461, 3462, 3463, 3464, 3465, 3466, 3467, 3468, 3469, 3470, 3471, 3472, 3473, 3474, 3475, 3476, 3477, 3478, 3479, 3480, 3481, 3482, 3483, 3484, 3485, 3486, 3487, 3488, 3489, 3490, 3491, 3492, 3493, 3494, 3495, 3496, 3497, 3498, 3499, 3500, 3501, 3502, 3503, 3504, 3505, 3506, 3507, 3508, 3509, 3510, 3511, 3512, 3513, 3514, 3515, 3516, 3517, 3518, 3519, 3520, 3521, 3522, 3523, 3524, 3525, 3526, 3527, 3528, 3529, 3530, 3531, 3532, 3533, 3534, 3535, 3536, 3537, 3538, 3539, 3540, 3541, 3542, 3543, 3544, 3545, 3546, 3547, 3548, 3549, 3550, 3551, 3552, 3553, 3554, 3555, 3556, 3557, 3558, 3559, 3560, 3561, 3562, 3563, 3564, 3565, 3566, 3567, 3568, 3569, 3570, 3571, 3572, 3573, 3574, 3575, 3576, 3577, 3578, 3579, 3580, 3581, 3582, 3583, 3584, 3585, 3586, 3587, 3588, 3589, 3590, 3591, 3592, 3593, 3594, 3595, 3596, 3597, 3598, 3599, 3600, 3601, 3602, 3603, 3604, 3605, 3606, 3607, 3608, 3609, 3610, 3611, 3612, 3613, 3614, 3615, 3616, 3617, 3618, 3619, 3620, 3621, 3622, 3623, 3624, 3625, 3626, 3627, 3628, 3629, 3630, 3631, 3632, 3633, 3634, 3635, 3636, 3637, 3638, 3639, 3640, 3641, 3642, 3643, 3644, 3645, 3646, 3647, 3648, 3649, 3650, 3651, 3652, 3653, 3654, 3655, 3656, 3657, 3658, 3659, 3660, 3661, 3662, 3663, 3664, 3665, 3666, 3667, 3668, 3669, 3670, 3671, 3672, 3673, 3674, 3675, 3676, 3677, 3678, 3679, 3680, 3681, 3682, 3683, 3684, 3685, 3686, 3687, 3688, 3689, 3690, 3691, 3692, 3693, 3694, 3695, 3696, 3697, 3698, 3699, 3700, 3701, 3702, 3703, 3704, 3705, 3706, 3707, 3708, 3709, 3710, 3711, 3712, 3713, 3714, 3715, 3716, 3717, 3718, 3719, 3720, 3721, 3722, 3723, 3724, 3725, 3726, 3727, 3728, 3729, 3730, 3731, 3732, 3733, 3734, 3735, 3736, 3737, 3738, 3739, 374

man schnell schweben vorzuziehen; daher die enorme Kraft der Dampfe über der Erdoberfläche. Wenn man den Sinn einer solchen Tabelle etwas feiner, so ist sie sehr bequem, sowohl zu theoretischen als praktischen Rücksichten.

„Die Dämpfe haben stets eine ihrer bestimmten Temperatur proportionale Elasticität, welche sich eine Function der Dichte gleiches betrachtet werden kann, da diese nur durch die Dichte oder das specifische Gewicht zu  $\frac{1}{2}$  ist. Die Elasticität eines Gemisches von Luft und Dampf ist gleich der Summe der Elasticitäten beider Gasarten, welches einer gemessenen, mittelst Versuche können zu bestimmen des Dampfe. Wird daher in ein mit Luft gefülltes Gefäß  $\frac{1}{2}$  des Dampfes gebracht, so muß ein seiner Elasticität proportionaler Theil Luft herausgedrückt werden, und wenn die Dichte verleiht, so muß die Luft, bis auf ein Minus zu stehen; Munde's u. a. Versuche zeigen ferner Dalton's Gesetz über die Mischungen unelastischer Gase — S. den I. 191 — 198. — der zu Folge nur ein Gas nicht ausdrücklich ein Gemisch von erhitzter Luft und Dampf so lange aus dem Gefäße entweichen würde, bis nur noch ein Minimum von — durch Erhitzung höchst verdünnter — Luft neben dem Wasserdampfe übrig wäre.“

„Die Dichtigkeit der Dämpfe läßt sich nach Munde's (S. 6. D.

E. 11) sehr gut durch die Mariotte'sche Formel  $\lambda = \frac{1}{2} \cdot \frac{p}{p_0 + p}$

ausdrücken, wenn: die Elasticität durch Messungen in Barometern,  $p$  die Temperatur nach vorherig. Thermometernale aus-

drückt. Der Coefficient  $\frac{1}{2}$  muß durch Erfahrung bestimmt werden,

und ist für den Wasserdampf nach Munde's Versuchen

$$= 0,004010754 \dots (1 - w).$$

Der  $w$  ist = eine sehr kleine Größe, welche sich bei sehr hohen und bei sehr niedrigen Temperaturen einen merklichen Einfluß hat, bei mittlerer Temperatur aber fast vernachlässigt werden kann. Für

Alkoholdampf ist nach M.  $\frac{1}{2} = 0,016$ , für den Dampf des unre-

inen Schwefeläthers bei mittlerer Temperatur — 0,0010754 und

für den Dampf des reinen Schwefeläthers — 0,0179; M. a. a. D.

St."

„Auch die Elasticität der Dämpfe ist Munde's u. a. nach seinen Versuchen in Folge der beiden a) und b) durch die Mariotte'sche Formel, der p ist: für den Wasserdampf nur  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{2}$  der sonstigen Gase auf Ursachen des Professor Schmidt

$$\log a = 4,863 + \log. (215 + t) = \frac{1,071 \cdot t}{215 + t}$$

gesetzt nach M. a. a. D.

St."

„Der mit leichtester Bestimmtheit zu können, wie groß die gesammte Menge der in der Atmosphäre oder in einem bestimmten Räume enthaltenen Wasserdämpfe ist, dient nach Munde's u. a. a. D. (S. 14) folgende leichteste Art der Berechnung. Das constante Verhältniß

gegen Luft ist für einen Barometerstand von 29 Zoll bei 0° Temperatur  
 vater bestimmt, mithin ist  $\frac{p}{23} = 0,655$  diejenige Größe, wor

durch die Dichtigkeit des Wasserdampfes gegen Luft bestimmt werden  
 kann. Wird dann die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft nach  
 dem jetzmaligen Barometerstande  $-h$  in par. Faden und nach der  
 Temperatur in R Graden corrigirt

$$= \frac{h}{23 (1 + 0,00018 t) (1 + 0,004675 t)}$$

erhält, wobei  $t$  die Temperatur des Thermometers am Barometer,  
 $t'$  die des Thermometers im Reagen bezieht, und auf die anderweit  
 ihren Correcionen als verschwindende Größen keine Rücksicht genom  
 men; so drückt

$$0,003505 : 1 = \frac{h}{23 (1 + 0,00018 t) (1 + 0,004675 t)}$$

die Bruchtheile der Dichtigkeit des Wasserdampfes zur atmosphä  
 rischen Luft aus, und mehrere Prothe von letzterer abgezogen, giebt dem  
 vorhandenen Antheil trockner Luft. In der nachstehenden von 11.  
 anstehenden Tabelle sind für die hieraus sich ergebenden Tempera  
 turen die von 1 berechneten Werthe: die fehlenden Quadrate können — ohne  
 merklichen Fehler — durch Interpolation ausgefüllt werden. (M.  
 8. 8. D. S. 14—15. Anm.)

t	h	t	h	t	h
— 50° — 0,0113		10° — 0,473		55° — 3,567	
— 40 — 0,0315		12 — 0,535		60 — 5,516	
— 30 — 0,0551		14 — 0,646		65 — 8,443	
— 20 — 0,0877		16 — 0,746		70 — 12,450	
— 10 — 0,140		18 — 0,850		75 — 18,413	
— 5 — 0,167		20 — 0,991		80 — 26,978	
0 — 0,214		22 — 1,179		85 — 38,166	
5 — 0,253		24 — 1,406		90 — 53,267	
10 — 0,299		26 — 1,694		95 — 73,776	
15 — 0,349		28 — 1,979		100 — 100,456	
20 — 0,410		30 — 2,245			

Wie aus Wundt's Versuchen (8. 8. D. S. 15) geht hervor,  
 daß im leeren Raume eine gleiche Menge Dampf bestehen kann,  
 als im luftgefüllten, (1 eben keine erste Antwort zu vorstehendem  
 S. 545), und daß mehrere Arten von Dampf in demselben Raume  
 mit Luft gemischt, einen kleineren Raumausgang einnehmen, als  
 die Summe ihrer einzelnen Raumausgänge vor der Mischung der  
 Dämpfe, eine Erscheinung, die als Folge der gegenseitigen Anziehung  
 oder vielmehr der gegenseitigen chemischen Verbindung zu betrachten  
 ist, um so mehr, wenn, wie einer der Versuche Wundt's zeigte,  
 mehr Dampf in einem luftreinen, als im luftgefüllten Raume aufgenom  
 men werden kann.

§. 586. Die Gewalt, welche eingeschlossene Dünste durch die Erhitzung gegen die Hindernisse ihrer Expansion ausüben im Stande sind, ist bewundernswürdig groß: und die Kraft des in eingeschlossenen Räume bis zum Glühen erhitzten Wasserdampfes kann gar keine Berechnung ausgesetzt werden, weil es uns an Mitteln fehlt, den übersaus großen Grad der Ausdehnbarkeit dieser Dünste zu messen, der wohl hinreichend ist, den bewundernswürdig großen Effect der Vulkane und der Erderschütterungen daraus abzuleiten.

Obgleich, es ist Wasser in einem Gefäß eingeschlossen, und es würde durch die seinen Dünsten bis 110° R., also nur 20 Grad unter den gewöhnlichen Siedepunkt, erhitzt: so ist doch der vorerwähnte Grad der Ausdehnbarkeit der Dünste schon so groß, um einer Quader Vertheilung von 92 Zoll Höhe das Gleiche zu leisten, oder gegen jeden Quadratfuß (paris.) 1/2 Last der Mauer des Gefäßes mit einer Kraft zu drücken, die dem heftigsten Druck eines Gewichtes von 7754 Pfund (paris.) gleich ist.

§. 587. Weil die Ausdehnbarkeit der eingeschlossenen Luft (§. 563) und Dünste durch die Hitze zunimmt, so müssen sie auch in genau verschlossenen Gefäßen auf das Wasser, das mit eingeschlossen ist, immer mehr reagieren und drücken, je stärker sie erhitzt werden: und folglich wird, auch die Hitze dieses Wassers, ehe es siedet, den gewöhnlichen Siedepunkt übersteigen (§. 581.) und wachsen; und sie würde, wenn die Gefäße es aushielten, selbst bis zum Glühgrade zunehmen können.

§. 588. Verspiele von der Ausdehnbarkeit der Dünste und ihren Wirkungen geben:

1) Die Windkugel oder Dampfzugel (Aeolipila).

Wolffs nicht Verf. zu genauer Erkenntn. der Nat. und Kunst, Th. 2. Kap. 7.

2) Die Knallkugeln.

3) Der papiniansche Topf (Digestor Papin).

La maniere d'amollir les os, ou de faire entrer toutes sortes de viandes en fort peu de temps, par Mr. Papin, à Amsterd. 1691. 8. Versuch einer neuen Verbesserung von Topias Digestor, von Wille, in den Schwed. Abhandl. B. XLV. C. 5, und in Coell's neuesten Land. Th. 1. C. 28 ff.

„Paris's Dialect mit neuen Verbesserungen von Director Manno del: Schwager's N. Jena für Chemie und Phys. XL. 1. S. 202 u. f. — Ueber coal'sche und versteinerte deutsche Dampfmaschinen | den Deutschen Übersetzer 1 — 111 B. 2c.“

#### 4) Watt's Dampf- oder Feuermaschine

Wiederholung der vorstehenden Einrichtung der neuen Dampf- oder Feuermaschinen, nebst einer Geschichte der in Erfahrung der Dampfmaschinen über die absolute Elasticität der Wasserdämpfe von G. A. Gern. im neuen Journ. d. Phys. B. I. S. 22 ff. u. S. 129 ff.

„Neueste Geschichte der Dampfmaschinen und Dampfmaschine aus Holz, I. Gilbert's Ann. P. XL. 1. S. 102 a. d. S. 275 — Ueber Dampfmaschinen edler Coalescer und Dampfmaschinen a. a. O. LIV. S. 2. 201. Ueber Verbesserungen der Dampf- und Dampfmaschinen d. G. A. Gern. a. a. O. S. 22 ff. 129 137. Ueber Dampfmaschinen S. 129 a. a. O. Dampfboote LIV. S. 22 ff. 201 202. 210 217. Scherzinger's Bemerk. über die neue Verbesserung der Dampfmaschinen durch von Reichenbach, Scherzinger's N. Journ. XLIII. S. 179 2c.“

„Proff's Bemerk. über das Gas'achse. a. a. O. VIII. S. 273. Rastner's aelstretes Ausflutachse; P. Thierbach. III. davon Vertheilung der Dampfmaschinen des Scherzinger's. im Maschinenbau des Kommissionshauses darauf gezielte Betrachtung a. a. O. IV. 2 B. 2c.“

§. 589. Die absolute Ausdehnbarkeit der Dünste einer kochenden Flüssigkeit in irgend einem Grade ist, so lange die Dünste diesen Grad der Hitze behalten, der absoluten Ausdehnbarkeit der Luft gleich, die auf die Fläche der siedenden Flüssigkeit drückt. Dieser Satz folgt aus §. 582., und die Erfahrung bestätigt ihn.

Gern a. a. O. 183. 187.

§. 590. Aus dem gleichzeitig beobachteten Barometerversande können wir also die absolute Ausdehnbarkeit der Dünste einer in offenen Gefäßen siedenden Flüssigkeit finden.

Nimmt Alcohol leicht bei 60° R unter einem Baromet. Stand von 28 Z. L. also haben die Dünste des siedenden Alcohol bei 60° eine eben so große absolute Ausdehnbarkeit, als die des Wassers bei 60°. Und wenn ferne die Dünste des Alcohol und die des Wassers eine gleiche Temperatur haben, so haben sie eine ungleiche Ausdehnbarkeit: die vom Alcohol eine größere, als die vom Wasser.

§. 591. Wir müssen in den ausdehnbaren Dünsten, als zusammengesetzten Körperarten, die Basis, oder den Stoff, der an sich nicht expansibel ist, wie im Wasserdunst



ke das Wasser, unterscheiden; und das ursprünglich expansive Wesen, nemlich den Wärmestoff, oder nach de Lu. das fortleitende Flüssige (l'indam deferens), durch welches jene Basis zur expansiblen Flüssigkeit wird (§. 135.), und durch dessen Entziehung sie aufhört, ausdehnbar, flüssig zu seyn. Durch die Cohärenz des Wärmestoffes mit der Basis des Dunstes verliert jener seine Wärme-erzeugende Kraft, oder wird latent (§. 125.), wie die nähere Betrachtung dieses Umstandes in der Folge lehren wird; und eben heraus ist die Natur des Siedepunktes beim bleibenden Drucke der Atmosphäre zu erklären.

§. 492. Wenn die Dunstblasen, die aus dem lebenden Wasser hervortreten (§. 479.), die kältere atmosphärische Luft berühren, so werden sie durch die Erniedrigung ihrer Temperatur zum Theil zerseht: ein größerer oder geringerer Theil ihrer Basis schadet sich ab, und bildet einen sichtbaren Theil oder Dampf. Diesen sichtbaren Dampf muß man nicht mit dem unsichtbaren expansiblen Wasserdunste verwechseln. Er besitzt keine Ausdehnbarkeit, und ist nichts, als die Basis des Dunstes, die ihres expansiven Stoffes beraubt ist. Sie schwimmt vermöge ihrer höchsten Feinheit und ihrer Adhäsion in der Atmosphäre, und folgt ihrem Zuge, bis sie durch mehrere Aneinanderberührung ihrer Theilchen zum concreten tropfbar-flüssigen oder festen Stoffe zusammentritt und sich niederschlägt, oder sich durch neues Hinzukommen von Wärmestoff in ausdehnbare und unsichtbare Flüssigkeit verwandelt. Wolken sind daher nicht Wasserdünste, die in der Luft schwimmen, sondern das höchst fein zertheilte Wasser, welches aus dem Ausdehnungsflüssigen, das es vorher bildete, bey der Zersehung desselben niederschlagen worden, und noch nicht zum zusammenhängenden tropfbar-flüssigen zusammengetreten ist. Hr. von Saussure schreibt diesem Nebel eine Wischengefalt zu.

Verf. über die Feuchtigkeit, durch Horaz Bénédict de Saussure, a. d. Franz. von J. E. T., Leipzig 1784. 8. S. 153.



„Wells Versuche über den Thau und verschiedene Erscheinungen welche auf ihn Bezug haben; Schwigger's N. Journ. N. VII. S. 287.“

§. 593. Je niedriger die Temperatur des Dunstes wird, um desto mehr wird von demselben zerlegt; und umgekehrt. Durch Substanzen von einer niedrigeren Temperatur wird nemlich der Basis des Dunstes so lange Wärmestoff entzogen, b. s. in jenem eine gle. die Temperatur eingegeben ist: es kann daher nicht mehr die ganze vorzige Quantität der Basis in dem Raume des Dunstes ausdehnbar bleiben; es scheidet sich also ein Antheil der Basis als Nebel ab. Es ändert sich folglich mit der Temperatur das Verhältniß der Basis des Dunstes zum Raume desselben, und dieß ist es, worauf man eigentlich den Ausdruck „Maximum der Verdunstung“ beziehen sollte. Im eingeschlossenen Raume muß diesemnach die Dichtigkeit des Dunstes desto größer werden, je höher die Temperatur wird, vorausgesetzt, daß verdunstende Substanz genug da ist.

§. 594. Hieraus ist nun begreiflich, wie in allen bekannten Temperaturen der Luft Wasserdunst bestehen könne. Nur ist bei gleichem Drucke der Luft das Verhältniß der Basis zum Raume des Dunstes, oder das Maximum der Verdunstung (§. 593.), um desto kleiner, je niedriger die Temperatur der Luft ist.

§. 595. Allerdings können Dünste auch dadurch zerlegt werden, daß sie mit Materie in Verührung kommen, welche die Basis des Dunstes stärker anziehen, als sie vom Wärmestoffe angezogen wird.

§. 596. Ein drittes Mittel zur Zerlegung des Dunstes ist seine Zusammendrückung. Seine Masse kann nicht, wie in der Luft, bei bleibender Temperatur in einen engeren Raum gebracht werden, ohne daß nicht ein Antheil des Dunstes zerlegt würde, um bei bleibender Temperatur das Maximum der Verdunstung (§. 593.) zu erhalten. Dieses Maximum der Verdunstung würde überschritten werden

müssen, wenn bey bleibender Temperatur sein Raum bereit  
geret werden sollte. Bey gleicher Temperatur kann also die  
Dichtigkeit des Dunstes nicht vergrößert werden. Bey grö-  
ßern Drucke der Atmosphäre ist deshalb eine größere Men-  
ge des latenten Wärmestoffes zur Bildung des Dunstes aus  
einerley Quantität der Basis desselben nöthig, als bey einem  
geringern Drucke. Was hier von dem Drucke der Atmo-  
sphäre gesagt ist, gilt auch von dem Drucke des Dunstes  
durch seine Ausdehnbarkeit in verschlossenen Gefäßen gegen  
sich selbst.

Aus dem Anselübelen erhellet sich die Entstehung des Nebels unter  
dem Aspiration der Luftpumpe, wenn man wieder Luft hingleist,  
nachdem vorher in der verdünnten Luft Verdunstung vorgegangen war.

§. 597. Die Luft trägt zur Erzeugung der Dünste  
nichts bey. Sie ist vielmehr durch ihren Druck der Dunst-  
bildung hinderlich, und es bedarf deshalb, ohne den Druck  
der Atmosphäre, weit weniger abschulter Quantität von  
Wärmestoff, um eine und dieselbige Quantität von Basis  
dunstförmig zu machen, als bey ihrem Drucke (§. 581.).

§. 598. Ueberhaupt bedarf es gar nicht der Auflös-  
lösung des Wassers in der Luft, um sich die Phäno-  
mene der Verdunstung des Wassers zu erklären, und dar-  
auf einen Unterschied zwischen wirklicher Verdunstung  
(Evaporatio), d. i., Verflüchtigung des Wassers durch  
bloße Wärme, und Ausdünstung (Exhalatio), d. i.,  
Verflüchtigung des Wassers durch eine auflösende Kraft der  
Luft, zu begründen. Jede Ausdünstung ist vielmehr eine  
wahre Verdunstung, die bey einer niedrigeren Temperatur  
der Luft nur deswegen langsamer und in geringerer Menge  
Statt findet, weil dann eine geringere Quantität des Wär-  
mestoffes zugegen ist, der durch seine Cohärenz mit der Bas-  
is diese dunstförmig machen muß. Bey der Ausdünstung  
geschieht die Verdunstung nur an der Oberfläche, beym Sieden  
auch im Innern der Flüssigkeit. Die Gründe für die  
Auflösung des Wassers in der Luft und die dadurch bewirkte  
Ausdünstung hat Herr de Luc umständlich und gründlich



§. 599. Auf die Befreiung der Dürste durch Abkühlung oder Erniedrigung ihrer Temperatur gründen sich Kurgänge:

- 1) Die Operation des Destillirens (Destillatio) und des Sublimirens in der Chemie;
- 2) Wilson's und Bertréay's Luftpumpen durch Wasserdünste.

Wille, in den schwedischen Abhandl. 1760. B. XLV. S. 5. K. Beschreibung von der Herrn Albe Louis Bertréay Luftpumpe; in Greus Journa. d. Phys. B. VI. S. 206

§. 600. Eine Substanz dem Einflusse des Wärmestoffes ausweichen, um sie in expansible Flüssigkeit überhaupt, es sey in Dunst oder in Gas zu verwandeln, heißt sie verflüchtigen. Materien, die sich durch die Hitze in expansible Flüssigkeiten verwandeln lassen, nennt man flüchtig (Corpora volubilia), und setzt ihnen die feuerbeständigen (Corpora fixa) entgegen, welche der Verflüchtigung unferne widerstehen. Diese Ausdrücke sind indessen nur relativ, und es ist keine Materie absolut feuerbeständig zu nennen (§. 574). Viele Stoffe, die in unserer irdischen Hitze feuerbeständig erscheinen, können durch Hülfe anderer flüchtiger Substanzen, mit denen sie sich chemisch verbinden, flüchtig werden. Man nennt dieß eine Miverflüchtigung.

Beispiele der Miverflüchtigung acht die Kieselerde mit Stinkdunst; des Zinn mit Salzsäure; des Kupfers durch eben dieselbe; der Kohle durch Sfyren.

## G a s b i l d u n g.

§. 601. Mehrere Materien werden durch den Wärmestoff in ausdehnnsame Flüssigkeiten, die nicht, wie die Dünste, durch Erniedrigung der Temperatur oder durch Zusammendrückung ihre ausdehnnsame Form verlieren, also in Luft oder Gas (§. 136.) verwandelt, wovon in der Folge mehrere Beispiele vorkommen werden.



gemüch die Grundlaxe keiner einzigen Gasart für sich dar-  
stellen, sondern wir kennen sie nur entweder in Verbindung  
mit dem Wärmestoffe als Gas, oder in Verbindung mit  
andern Materien, mit denen sie im liquiden oder festen Zu-  
stande sind.

„Denn man die Natur einer Luftart beschreiben nicht darstellbar  
nennt, weil sie mit Wärmestoff verbaunden ist, so wüßte man, wenn  
erstigentlich an die Hand, auch lassen, daß sich die Darstellbarkeit keines  
einzeln, sonderab in Stücken mit Sicherheit behaupten laßt; denn  
ich möchte wohl wissen, von welchem Körper man mit Sicherheit  
behaupten könnte, daß er keinen gebundenen Wärmestoff enthält?  
Man ist in irgend einem Falle von einem Stoffe, der sich nicht  
lösen, zerlegen, zerlegen und messen laßt, kann, er ist nicht darstellbar  
hat, was ich nur von der nichtdarstellbaren Materie ge-  
sagt werden sollte, so sollte man sich wohl eher so ausdrücken: die  
Natur einer Luftart sey nicht in Bestand eines festen oder gasförmigen  
Stoffes darstellbar: aber dargestellt, und zwar ganz richtig,  
und von aller Hinsicht aus jedes andere wahrnehmbare Stoffe  
sich dargestellt, ist genug die Drogen in ganz seiner Drogenart  
u. s. f.“

§. 605. Alle Gasarten werden nur dadurch zerlegt,  
daß andere Materien ihre Grundlaxe stärker anziehen, als  
diese vom Wärmestoff angezogen wird; nicht umgekehrt,  
durch Entziehung ihres Wärmestoffes vermuthet anderer  
Materien, sonst würde die Grundlaxe der Gasarten für  
sich darstellbar seyn.

„Denn Luft vor noch erdigt wird, so zerfällt es unter Erloschen  
in Wasserstoff und Sauerstoff, der Grund daher und anderer  
Verfahren ist in der durch die Luft zerlegten gleichsamigen  
Zerlegung und daraus entpringenden Abtheilung der Luft der  
bestehen Stoffe gegeben zu seyn.“

§. 606. Man erhält diese luftförmigen Stoffe auf  
eine mannigfaltige Weise aus sehr verschiedenen Substanzen,  
theils bey Auflösungen, — und das Aufbrausen (Effer-  
vescentia), das man bey manchen Auflösungen gewahr wird  
(§. 190), rührt eben von der schnellen Entwicklung luft-  
förmiger Stoffe her, — theils bey der Zersetzung derselben  
durch Feuer, Gährung oder Zäulniß.

§. 607. Alle diese Gasarten sind in den festen oder  
liquiden Körpern, aus denen man sie erhält, vorher nicht  
als ausdehnungsfähig, aber comprimirt flüssigkeits zugegen ge-  
wesen. (Mannich, u. s. f.)



wesen; sondern ihre Grundlage war nur darin, die eben ihrer Trennung sogleich durch Verbindung mit dem Wärmestoff gasförmig wird.

§. 608. Die so wichtigen und interessanten Entdeckungen dieser Zustarten haben eigene Werkzeuge nöthig gemacht, um sie bey der Zerlegung der Körper durch Auflösung oder Feuer, woben sie zum Vorschein kommen, bequem aufzufangen und ohne Vermischung mit atmosphärischer Luft zu erhalten. Man begreift diese Werkzeuge unter dem Namen des pneumatisch-chemischen Apparats (*Apparatus pneumatico-chemicus*).

§. 609. Jede luftförmige Flüssigkeit ist stets scheinbar leichter, als irgend eine tropfbare Flüssigkeit, und steigt in dieser aufwärts. Hierauf gründet sich das Wesentlichste beim pneumatisch-chemischen Apparate. Das erste Stück ist eine ovale Wanne von Holz oder verzinntem Kupfer, worin ein 40 Zoll unter dem Rande ein Gefäße waagrecht angebracht ist. In diesem Gefäße befinden sich einige kurze gläserne Trichter neben einander, so daß ihre weitere Mündung dem Boden der Wanne zugekehrt ist. Die Wanne wird so weit mit Wasser angefüllt, daß dasselbe das Gefäße obgedachte einige Zoll hoch bedeckt. Das Gefäße selbst dient nun dazu, daß die mit Wasser gefüllten umgekehrten Gläser und Vorlagen mit ihren Mündungen auf die Lücken gestellt werden können, durch welche vermittelst der Zerstreuung die Luftblasen in diese Vorlagen geleitet werden sollen.

§. 610. Da aber einige Zustarten bey der Berührung des Wassers davon zerlegt werden, ihrem luftförmigen Zustand verlieren, und damit zur tropfbaren Flüssigkeit werden: so ist diese Vorrichtung (§. 609) nicht anwendbar, und man muß daher das Quecksilber zum Stopfen anwenden. Der Preis und die Schwere des Quecksilbers machen freylich, daß man diesen Quecksilberapparat leichter machen muß, dessen Einrichtung aber im Grunde dem vorigen



ähnlich ist. Zur Wanne dient entweder recht dicht zusammengefügtes Holz oder Eisenblech; auch Glas oder Porzellan.

*Gründliche Beschreibung eines Quecksilberapparats, im Journ. d. Phys. B. 1. S. 201.*

§ 611. Zur Entbindung der Gasarten selbst, die man durch Destillation oder Auflösung gewisser Stoffe erhält, dienen allerley Retorten, gläserne oder irdene, die man mit dem zu zerlegenden Stoffen ins Sandbad, oder beschlagen in freies Feuer legt. An die Mündung der Retorte kettet man nach Beschaffenheit der Umstände eine blecherne oder gläserne Röhre, deren untere Öffnung unter den Trichter der mit Wasser oder Quecksilber gefüllten Wanne gesteckt wird. Wenn sich dabei zugleich solche Dämpfe oder Dünste erheben, die das Metall angreifen würden, so dienen gläserne Tubularretorten mit einem am untern Ende nach oben gekrümmten langen Halse. Um die dabei zu gleicher Zeit in Dunstgestalt übergehenden Substanzen als merkbare Flüssigkeit durch Abkühlung besonders aufzufangen, dient eine sogenannte Nirtelflasche und der sinnreiche Destillirapparat des Herrn Lavoisier. Zur Entwickelung luftförmiger Stoffe bey den Auflösungen, die keine höhere Hitze erfordern, wird besonders die Erbsendunstglasflasche gebraucht. Zu Vorlagen, in welche die durch das Wasser oder Quecksilber gehenden Gasarten treten, dienen gläserne Cylinder mit eingeriebenen Stöpseln oder ohne dergleichen, oder Glasfläßen; noch bequemer Glasgugeln, mit einem oder zwey Halsen, um theils den Hals der Retorte, theils eine gekrümmte Luftentbindungsröhre daran zu befestigen. Um einige Gasarten, die sich nur langsam in dem Wasser auflösen lassen, bequem damit in Verbindung zu bringen, ist vorzüglich die Parkersche Glangeräthschale anwendbar.

Die bey der Ertröbung und Auffammlung dieser Luftarten nothwendigen Handgriffe werden in den Vorlesungen selbst angezeiget.

*Gründl. system. Natth. der Engländer, neueste Ausg. Bd. 1. S. 157. ff. Beschreibung eines Gaseräthsets von J. G. Magellan, a. d. Engl.*

von G. T. Weibel; Dresden 1780. 8. Jüngster Theil d. Elementaren der Natur, T. II S. 491 ff. Lavoisier's System der atmosphärischen Chemie, übers. von Gernsbacher; 2. Aufl. Berlin 1802.

„Ueber die Verluste, des Verlusten in 1 Pfund nöthigen Messer, Messung, und Dantgrate vergl. m. Winkel 12 die neue Chemie S. 128. ff.“

### Flüssiger Wärmestoff.

§. 612. Es sey eine Masse geschmolzenes Eis oder Schnee in einem Gefäße so weit erkaltet, daß ein hinführendes Thermometer 10 Gr. Fahrenh. zeige. Man bringe das Gefäß in ein geheiztes Zimmer, so daß die kalte Masse nun einem beständigen gleichförmigen Wärmestrome ausgesetzt sey. Das Thermometer darin wird nun bis 32 Gr. steigen, aber hier still stehen, wenn auch gleich der Wärmestrom, der dem Eise zufließt, der nöthliche bleibt. Die Temperatur des Eises steigt nun nicht höher, so viel Wärme zugeführt wird; aber es schmilzt nach und nach, und erst dann, wenn dies geschehen ist, steigt das Thermometer allmählig höher. Setzt man das nun mehr tropfbar flüssige Wasser in dem Gefäße über dem Feuer noch stärker, so gelangt das Thermometer endlich an den Siedepunkt, wenn das Wasser zum Kochen gekommen ist; aber nun tritt wieder der Stillstand desselben ein, und es steigt nicht höher, der dem Wasser zugeführte Wärmestoff mag noch so groß seyn, so lange nur das Wasser das Thermometer umgibt. — Oder man vermische ein Pfund Schnee, dessen Temperatur 32 Gr. Fahr. ist, mit einem Pfunde Wasser von 120 Gr. Nach der Richmann'schen Regel (§. 547.) sollte die Temperatur des Gemenges 76 Gr. werden; sie bleibt aber 32 Gr., und ein Theil Schnee wird geschmolzen. Man vermische ferner 8 Theile Eisessig von 200° Fahrenh. mit einem Theile Wasser von 212°. Die Temperatur des Gemenges wird nicht 290½° werden, sondern 212° bleiben, und ein Theil Wasser wird plötzlich verdampfen.

§. 613. Der auf das Eis wirkende Wärmestrom erhöht also die Temperatur des Eises eben so wenig über den Gefrierpunkt, als der auf das tropfbar-flüssige Wasser wirkende es über den Siedepunkt erhöhen kann. Die Wirkung der Wärmethellen auf das Eis schränkt sich also darauf ein, die Form oder den Aggregatzustand des Eises zu verändern und dasselbe in tropfbar-flüssiges Wasser zu verwandeln, so wie die Wirkung derselben auf das tropfbar-flüssige Wasser bei der Siedehitze ebenfalls sich darauf einschränkt, es in Dampf zu verwandeln. So lange diese Verwandlung dauert, bleibt das Thermometer im ersten Falle auf dem Gefrierpunkte, im andern auf dem Siedepunkte unverändert stehen.

§. 614. Da die dem schmelzenden Eise oder dem siedenden Wasser mitgetheilte Wärmematerie also keine höhere Temperatur, keine vermehrte Wirkung auf unser Gefühl oder aufs Thermometer darin hervorbringt, sondern ihre thermometrische und erwärmende Kraft dadurch ganz verliert, daß sie das feste Wasser in tropfbar-flüssiges, oder dieses in Dampf verwandelt: so nennt man sie deswegen unmerklichen, verborgenen, sigirten, gebundenen Wärmestoff (§. 521.). Die Quantität der Wärmethellen nämlich, die zur Aenderung des Aggregatzustandes des festen Wassers in liquides, oder des liquiden in dampfförmiges verwendet werden muß, muß für das Thermometer und das Gefühl verloren gehen; und in der That kommt sie auch weiter als freye Wärmematerie zum Vorschein, wenn der Dampf des Wassers zum tropfbar-flüssigen Wasser durch Zusammenrückung, oder das flüssige Wasser plötzlich zum Gefrieren gebracht wird, wie dieß die Folge seyn wird. Jene Veränderungen der Form der Materie können nicht erfolgen, ohne daß nicht durch die Anziehungskräfte zwischen dem Wärmestoff und andern Materien das Verhältniß der wechselseitigen Repulsions- und Anziehungskräfte geändert würde, und der Wärmestoff seine schonnte Strahlung verliert und gewissermaßen gefesselt wird.



als chemisch gebundenen. Die erstere Art der Fügung findet bey der Schmelzung fester Materien, und dann bey der Verwandlung in Dunst Statt; die letztere hingegen bey der Gebildung. Dem erstern ist jeder Körper von einer niedrigen Temperatur zu entstehen vermögend; Dem letztern hingegen nicht.

§ 615. Ist auch der Wärmestoff, der bloß die Dilatation der thermometerischen Substanz bewirkt, unmerkbar oder ficht zu nennen, und noch vom freyen Wärmestoffe zu unterscheiden? Oder ist zwischen dem sogenannten strahlenden Wärmestoffe und dem durch andere Materien fortgepflanzten (*feu propagé* des Piccet, oder *les grains* des Presbois), noch zu unterscheiden? Mir scheint dieser Unterscheid nicht zulässig, eben weil wir den Wärmestoff nur frey nennen, der auf die thermometerische Substanz durch Dilatation wirkt. Wenn sich ferner der Wärmestoff nur durch die Anziehungskräfte anderer Materien gegen ihn, nicht durch eigenthümliche Repulsionskräfte, fortkranzte und verbreitete: so würde die torricellische Leere wärmer oder absolut kälter seyn müssen, und durch sie hindurch würde ein Körper nicht erhitzt werden können, wogegen doch die Erfahrungen streiten. Auch die torricellische Leere ist kein eigentliches Vacuum, sondern stets mit dichterm oder dünnerm Wärmestoffe erfüllt, nach Verhältniß der Temperatur der umgebenden Mittel.

„Bergl. Verm. I. 343.“

Ar.“

§ 617. Der Wärmestoff, der bey der Pflanz liquider und ausdehnbar, flüssiger Materien ficht wird, muß natürlicher Weise wieder als freyer oder sensibler Wärmestoff zum Vorschein kommen und Temperaturerhöhung hervorbringen, wenn ausdehnbar, flüssige Körper wieder zu tropfbarflüssigen oder festen, oder tropfbar, flüssige wieder zu festen werden; so wie hinwiederum Temperaturniedrigung oder Kälte entstehen muß, wenn feste Körper bey ihrem Schmelzen, oder feste und liquide bey ihrem Uebergang

ge zu ausdehnbar, flüssigen Materien den berührenden Stoffen den dazu nöthigen Wärmestoff entziehen. Es lassen sich hierüber folgende Grätze festsetzen.

Green's Uebersicht der Gesetze, nach welchen sich die Expansität der Körper wegen den Wärmestoff des Verandrang des Raum ihrer Theile verhalten, und welche zur Erklärung der durch die Wärme verursachten Veränderungen dienen können; im Journ. d. Phys., B. II. S. 24 ff.

§. 618. 1. Der freye Wärmestoff wird zum unmerklichen in Körpern, die aus dem Zustande der Festigkeit in den der tropfbaren Flüssigkeit übergehen.

§. 619. Hieraus erklärt sich:

- 1) Die Größe des Gefrierpunktes im schmelzenden Schnee oder Eise (§. 612)

De Luc Unters. über die Atmosph. Th. I. S. 453. 0—5; desselben neue Vers. über die Meteorologie, S. 179

- 2) Der Versuch des Hrn. Wille mit Schnee und warmem Wasser (§. 612). Ein Pf. Schnee von 32 Gr. F. mit 1 Pfand heißen Wassers von 152 Gr. F. giebt eine Temperatur von 32 Gr. Der Schnee wird vollständig geschmolzen. Wenn das Wasser über 162 Gr. F. ist, so vertheilt sich bloß der Ueberschuß über 162 Gr. gleichförmig unter das entstandene Wasser. Die Menge der vom Schnee verschluckten Wärme ist also 130 Gr.; nach Hrn. Black 140 Gr.

Wille, in den schwed. Abhandl. 3 1771. B. XXIV. S. 251; und in den neuen schwed. Abhandl. 1772. Th. II. Crawford Vers. und Beob. S. 58 ff. De Luc neue Ideen über die Natur, S. 211.

§. 620. 3) Die Erklärung bey der Auflösung krySTALLINISCHER Salze in Wasser oder andern tropfbaren Flüssigkeiten. Man bringe ein Luftpneumometer ohne Gefäß in ein Glas mit Wasser, erhebe ihn die Temperatur des Wassers und merke den Stand desselben. Man schütte dann von f in geölvertem Salzwasser oder Salpeter hinzu, und rühre alles mit einer Glasröhre wohl um. So wie die Auflösung des Salzes anhebt, fängt auch gleich das Ther-

meter zu sinken an, und sinkt um desto schneller, je schneller das Salz aufgelöst wird. — Noch stärker wird die Erkältung, wenn man fein gepulvertes krystallinisches Glaubersalz in Salpetersäure auflöst.

Nach den neuern Versuchen von Walker zeigten sich folgende Mischungen sehr wirksam zur Hervorbringung künstlicher Kälte. Die Temperatur der Materialien war 50° Fahr.

Salze.	Flüssigkeiten.	Hervorgebrachte Temperatur.
{ Salmiak 5 Lb. Salpeter 5 Lb. }	Wasser 16 Lb.	+ 10° Fahr.
{ Salmiak 5 Lb. Salpeter 5 Lb. Glaubersalz 8 Lb. }	Wasser 1 Lb.	+ 4° .
Salpetersaures Ammonium 1 Lb.	Wasser 1 Lb.	+ 4° .
{ Salpetersaures Ammonium 1 Lb. Sodasalz 1 Lb. }	Wasser 1 Lb.	- 7° .
Glaubersalz 5 Lb.	Verdünnte Salpetersäure 2 Lb.	- 5° .
{ Glaubersalz 6 Lb. Salmiak 4 Lb. Salpeter 2 Lb. }	Verdünnte Salpetersäure 4 Lb.	- 10° .
{ Glaubersalz 6 Lb. Salpetersaures Ammonium 5 Lb. }	Verdünnte Salpetersäure 4 Lb.	- 14° .
Phosphorsaures Natrium 9 Lb.	Verdünnte Salpetersäure 4 Lb.	- 12° .
{ Phosphorsaures Natrium 9 Lb. Salpetersaures Ammonium 6 Lb. }	Verdünnte Salpetersäure 4 Lb.	- 21° .
Glaubersalz 8 Lb. Glaubersalz 5 Lb.	Salzsäure 5 Lb. Verdünnte Schwefelsäure 4 Lb.	0° . + 5° .

Die verdünnte Salpetersäure bestand aus 1 Lb. rauchender Salpetersäure und 1 Lb. destillirten Wassers; die verdünnte Schwefelsäure aus gleichen Theilen Vitriolöl und Wasser.

Beobachtungen über die beste Methode, künstlicher Weise Kälte hervorzubringen, von Richard Walker; in Gren's neuem Journ der Phys. B. III. S. 458 ff.

Herr Lowitz fand besonders das krystallinische ägende Kali und die salzsaure Ascherde zur Hervorbringung von Kälte bey der Auflösung



in Wasser sehr wirksam. Zwei Theile mit gleichen Theilen Wasser von  $+ 15^{\circ}$  R. eine Kälte von  $3^{\circ}$  R., und 4 Theile desselben mit 1 Th. Wasser von  $4^{\circ}$  R. erzeugen eine Kälte von  $- 7^{\circ}$  R. Durch 30 5 Theile zu gegen 8 Theile Wasser von  $+ 2^{\circ}$  R. gab eine Kälte von  $- 15^{\circ}$ .

Versuch über die Herbeibringung künstl. der Kälte, von Herrn Lavoisier; in Lavoisier's Chem. Annalen 1790 N. I. S. 629 f.

§ 621. 4) Die noch stärkere Erkältung beim Schmelzen des Schnees oder geschmolzenen Eises mit kohlensauren Salzen und mit Salpetersäure. Weil im ersten Falle zwei feste Substanzen zugleich in die Form der trockbaren Flüssigkeit übergehen, so muß auch ihre vereinigte Wirkung stärker ausfallen, als jeder einzelnen. Uebrigens hat Herr Blagden sehr schön gezeigt, daß die größte Kälte, die durch jedes Salz mit Schnee oder Eis beim Schmelzen hervorgebracht werden kann, diejenige ist, bei welcher eine gesättigte Auflösung eben dieses Salzes gefriert: denn nun fällt die Ursache der Erkältung weg. Durch dergleichen kältemachende Mischungen ist es möglich, selbst im Sommer den Gefrierpunkt des Quecksilbers zu erreichen.

Blagden's Versuche über das Vermögen verschiedener Substanzen, den Gefrierpunkt des Wassers zu herabzubringen, in Green's Journ. d. Phys. V. I. S. 404.

Versuche über die Herbeibringung einer künstl. des Eises, von Rich. Waller; in Green's neuem Journ. d. Phys. V. I. S. 319. Abend. Vers. über das Schmelzen des Quecksilbers, ebenfalls V. II. S. 225. Ueberdieselben vorher (S. 520) vergl. Ab. Lavoisier's 1. 620) ausgef. Abb.

Herr Waller (a. a. O.) fand, daß eine Mischung von 10 Theilen Schnee oder geschmolzenen Eise, 5 Theilen Kochsalz und 5 Theilen von einem Pulver aus gleichen Theilen Cammel und Salpeter, eine Kälte von  $18^{\circ}$  Fahr. zuwege brachte.

Zwei Theile Schnee oder geschmolzenes Eis, fünf Theile Kochsalz und fünf Theile salpetersaures Ammonium, bewirkten eine Kälte von  $- 25^{\circ}$  Fahr.

Schnee oder geschmolzenes Eis drei Theile, und verdünnte Salpetersäure zwei Theile, beide bei  $0^{\circ}$  Fahr. vermengt, erzeugten eine Kälte von  $- 46^{\circ}$  F.

Schnee drei Theile, verdünnte Schwefelsäure zwei Theile, beide bei  $+ 50^{\circ}$  F., brachten das Thermometer auf  $- 21^{\circ}$ .

Reine Thierseife und verdünnte Schwefelsäure, beide bei  $- 80^{\circ}$  F. vermengt, brachten eine Kälte von  $- 50^{\circ}$  F. hervor.

Um das Quecksilber zum Gefrieren zu bringen (unter  $- 40^{\circ}$  Fahr.), kann man 20 Schnee und Eis vermengen, mit jedes besonders, 10 ein untr. der kältemachenden Mischungen von Schnee und Salzen zusetzen,

dann mit einander vermischen, und das Quecksilber in einer Thermometerkugel in doppeltem Umdrehen.

Herr Lavoisier (d. d. O.) hat über diesen Gegenstand mehrere Versuche gemacht.

Wische Theile Schnee und festgefalleues flüssiges Kalz, beide von  $- 51^{\circ}$  R., drückte in  $- 25^{\circ}$  R. ste. Nachher, um selbst in die Wärme zu gehen, schaute dann sehr bald in einem festen Körper.

Eine der die Mischung von  $- 11^{\circ}$  R. gab 40°.

Bei der Temperatur der Materialien von  $- 1^{\circ}$  R. drückte mit Schnee trocken flüssiges Kalz eine Kiste von  $- 25^{\circ}$ , Kalkstein  $- 27^{\circ}$ , festes Kalz flüssiges flüssiges Kalz  $- 21^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 17^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 19^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 14^{\circ}$ , concentrirte flüssige Kalz  $- 19^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 21^{\circ}$ , concentrirte flüssige Kalz  $- 27^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 21^{\circ}$ .

Bei einer Temperatur von  $- 21^{\circ}$  R. bewirkte mit dem Schnee trocken flüssiges Kalz  $- 22^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 22^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 21^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 19^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 19^{\circ}$ , flüssiges Kalz flüssiges Kalz  $- 19^{\circ}$ .

Die letzte gab bei der Temperatur der Materialien von  $- 15^{\circ}$  R. gar 40° R. mit dem Schnee.

Des anderenhalbes Verhältnisse von Schnee und flüssiger Kalz zur Antwort darauf der ersten Kalz sind zwei Theile des ersten gegen den Theil der letzten. Von  $- 21^{\circ}$  der Kalz also kommt das Gemisch auf  $- 39^{\circ}$ , und geht also unter dem Gefrierpunkt des Kalz über.

§ 622. Leslie's Versuche über die Fortpflanzung der Kälte durch Strahlung, haben bestätigt, was schon früher Pictet's Versuche sehr wahrscheinlich machten, nemlich, daß die strahlende Kälte in ihrer Wirkung gegen verschiedene Körper, denselben Gesetze befolgt, wie die strahlende Wärme (§. 543. Anm.) vergl. Nicholson's Journ. Vol. XX. p. 342.

Rr

Das Subjekt der zweiten Versuche (§. 539. Anm.) betraf sich Leslie bei seinen Versuchen über die strahlende Wärme bediente, kalte er mit Eis und Kalz in dem Hauptthermometer des Vermischungs. Die Wärme war am größten, wenn ein Metall in die, der Wärme von 100° und noch größer, wenn die Oberfläche des Körpers mit feinem Pulver bedeckt wurde war. Das Vermögen, die Kälte zu empfangen, zu absorbieren und aufzuheben (zu absorbieren war genau dasselbe wie bei der strahlenden Wärme. Seine Oberflächen, welche die Kälte (wie die Wärme) am besten empfangen, absorbieren und aufzuheben, während beide 2 gen. Wasser im ungeschiedenen Zustande mit dem Vermögen stehen, die Kälte oder Wärme zu absorbieren. Das Vermögen von Eisen war bei den Versuchen, gerade wie bei der Wärme. Wurde ein kalter Körper mit 100° kaltem Wasser, so wurde die Wärme des kalten Körpers auf das Thermometer ganzlich aufgehoben: wandte man statt des Eisens



Wasser von eben dem Gewichte oder eben dem Umfange, wenn sie beide unter gleichen Umständen in ein kälteres Medium gesetzt werden. 4) Warum eine gesättigte Auflösung des Glaubersalzes, die von der vollkommenen Ruhe in einem verstopften Glase erkaltet, ohne sich zu krystallisiren, im Augenblicke des Krystallisirens heftig schäumen sich erhebt. 5) Warum gesättigtes Glaubersalz, Nittersalz, Natrum, gebrannter Alaun, gebrannter Borax, u. dergl., bei der Vermischung mit Wasser von eben der Temperatur, Erhitzung zuweilen, da eben die Salze im krystallinischem Zustande Erhitzung vermeiden. Es wird nemlich im ersten Falle das Wasser zum kochen oder Krystallisationswasser. 6) Warum sich gebrannter Uras, und noch nicht der gebrannte ungelöschte Kalk, mit Wasser erhitzen. Des flüssigen Wassers wird nemlich damit zum kochen Krystallisationswasser. 7) Woher die starke Erhitzung der gebrannten Tellerde mit Wismuth rührt. 8) Woher die Erhitzung der gebrannten Kalkerde, der ägenden Alkalin, der Metalle bei der Auflösung in concentrirten Säuren kommt. 9) Warum sich Wismuth, Salpetersäure, mit Oelen vermischt, erhitzen. Sie werden nemlich dadurch zu Harzen verdickt. 10) Warum geschmolzenes Zalg, Fett, Harz, Wachs, so spät erkalten. 11) Warum Wismuth und Wasser, Weingeist und Wasser, Esig und Wasser, Mehl und Wasser, mit einander bei gleicher Temperatur vermischt, eine höhere Temperatur erhalten.

§. 625. III. Der freye Wärmestoff wird zum unmerklichen in Körpern, die aus dem Zustande der tropfbaren Flüssigkeit in den des Dimpfes übergehen.

§. 626. Dieses Gesetz erklärt mehrere Erscheinungen: 1) Die Fixität des Siedepunktes des an freyer Luft bei unverändertem Drucke der Atmosphäre kochenden Wassers (§. 579.). 2) Die Erscheinung, daß Wasser, welches im verschlossnen papinianischen Topfe bis über den Siede-



Ueber Wärme-Entstehung durch Verflüchtung der Luft und Abkühlung des unter dem Aergernisse der Luft, und entwickelet werden des Waßers Dampfes durch kaltes in einer Schale befindliche kaltes Wasser in der Luft derselben, im Boden des getrockneten Wasser von verdunstetem Wasser, oder auch vorzugsweise durch Luft von der trocknen Luft) beugt V. Gieseler. 3. 1. 1. Schweigger's N. Jour. 18. S. 437.

§. 627. Endlich erklärt dieses Gesetz 9) die sogenannte Kälte-erzeugende Kraft des lebenden Menschen in einem Medium, das über die Temperatur der Blutwärme erhöht ist. Da nemlich der lebende Körper eine Quelle der Entwicklung des Wärmestoffes in sich selbst hat, so würde, wenn die umgebenden Mittel von niedrigerer Temperatur den Wärmestoff nicht abführen, dieser sehr bald in dem Maße angehäuft werden müssen, daß er nachtheiligen und tödtenden Nach für den Körper machte. In einem Mittel aber, das über die Blutwärme in der Temperatur erhöht ist, kann diese Abführung der Wärme durch dieses Mittel nicht geschehen; aber nun öffnet sich auch eine Quelle zur Abführung in desto reichlicherem Maße, nemlich die Ausdünstung.

Chr. Bern. Roth diss. de transpiratione cutanea aequilibrata caloris usque ad conservationem intercurrente. Hal. 1793. 4.

§. 628. IV. Der unmerkbar gewordene Wärmestoff wird wieder zum freyen und sensibeln in Körpern, die aus dem Zustand des Dunstigen zu tropfbarflüssigen oder festen werden.

§. 629. Dieses Gesetz ist wieder das umgekehrte des vorigen. Als Versuche zur Erklärung dienen: 1) Warum eine kleine Quantität Wasser in Dunstgestalt, z. B. bey Destillationen, weit mehr Wärme bey seinem Niederschlagen absetzt, als eine gleiche Quantität tropfbares Wasser, wenn auch die Temperatur in beiden gleich ist. 2) Warum der Wasserdunst bey seiner Zusammenrückung und daher entstehenden Verdichtung Temperaturerhöhung bewirkt; und warum unter der Glocke der Luftpumpe ein empfindliches Luftthermometer steigt, wenn man zu dem im Gieseler'schen Raume enthaltenen Dunste Luft läßt. Nach Hrn. Watt's



Erfahrung ist die Quantität des Wärmestoffes, der als latent im Wasserdunste bey gleicher Temperatur nicht enthalten ist, als im kochenden Wasser von eben dem Gewichte, so groß, daß, wenn er in einer nicht verdunstbaren Substanz von einerley Capacität und Gewicht mit dem Wasser frey und sensibel würde, er die Temperatur dieser Masse um  $543^{\circ}$  erhöhen würde.

• De Luc neue Ideen, S. 147 — 153.

§. 630. V. Der freye Wärmestoff wird verschluckt und zum unmerklichen, wenn Substanzen die Gasgestalt annehmen.

§. 631. VI. Der unmerklich gewordene Wärmestoff wird wieder frey, wenn Gasarten ihren luftförmigen Zustand verlieren und zum flüssigen oder festen Stoffe niedergeschlagen werden.

Die Erfahrungen über die Gasarten, die in des Folgenden noch zu erwähnen werden können, werden diese letzten letzten Gesetze bestätigen.

„Aber nicht alle Gasarten bedürfen die beiden letzten Gesetze. Wenn sehr vielen Gasarten nehmen auch keine Gasarten. Wenn Kohlenäther durch Salzsäure oder Salpetersäure zerlegt wird, so wird die Kohlenäther und die Kohlenäther ausgedehnt, und doch zeigt sich weder Wärme als Kälte. Nur dann, wenn die bloße Wärme allein die Zerlegung des Azrogasbestandtheils bewirkt, finden die Wärme I. bis IV ohne Ausnahme Statt; waden aber zugleich Zerlegungen eintreten oder Zerlegungen Statt, so greift es die Ausnahme.“

§. 632. VII. Es wird Wärme gebunden; wenn Gase verdünnt, d. i., mehr ausgedehnt werden, und umgekehrt wird Wärme frey, wenn Gase durch vermehrte Druckgewalt verdichtet werden.

„Nicht gehört die Temperaturveränderung durch Verdünnung der Luft z. B. unter dem Barometer der Luft, und die Erhöhung der Temperatur beim Zusammenpressen der Luft, z. B. durch fallende Theorie, in der Luft, der Wärme, in dem Experimenten der Temperaturveränderung, im letzten, positiven, Feuerzeuge.“



### Mittel, die Temperatur der Körper zu erhöhen.

§. 633. Nach den angeführten Gesetzen der Ziegung und Entbindung des Wärmestoffs kann also Erhitzung oder Temperaturerhöhung in sehr vielen Fällen dadurch hervorgebracht werden, daß Materien durch ihre Einwirkung auf einander oder durch Veränderung ihrer Mischung ihre Form ändern, wozu vorher latent gewesener oder chemisch gebundener Wärmestoff frey wird.

§. 634. Es wird aber Wärmestoff nicht bloß von Materien in ihrem gasförmigen Zustande chemisch gebunden werden, sondern sie enthalten ihn auch in andern Zuständen der Aggregation oder der Form wozu chemisch gebunden: und zwar so, daß sie bey gleicher Masse nach ihrer verschiedenen Anziehung dazu mit verschiedenen Quantitäten desselben zweymal sind, und daß durch die Veränderung der Mischung dieser Materien dieser gebundene Wärmestoff in größerer oder geringerer Menge daraus frey wird. Und dies wäre ein zweytes Mittel, wie Temperaturerhöhung unabhängig von der Formänderung entstehen kann durch bloße chemische Mischung.

„Vergl. hiermit auch §. 343.“

St.“

§. 635. Eine dritte Quelle zur Entstehung der Wärme, und die vorzüglichste und hauptsächlichste für unsern Erdkörper, ist das Sonnenfeuer; über seine Wirkungsart kann aber erst in der Folge bey der Lehre vom Lichte die Untersuchung angestellt werden.

„Bleibe die durch das Sonnenlicht an einer Körperfläche entwickelte Wärme auf der selben, so würde die Erwärnung des zur beleuchteten Erdoberfläche stehenden, wie dieses schon Ducarlo's und Sauture's Experimente zeigen.“

St.“

§. 636. Das Verbrennen entzündlicher Materien, oder das Küchenfeuer, ist ein viertes Mittel, Hitze zu bringen. Die Folge wird lehren, daß es hauptsächlich dadurch wirke, daß dabei eine gasförmige Substanz

ohne Nachtheil, 4. Th. 11.

22

gesetzt wird, und also eigentlich das oben §. 631. angeführte Geseß Statt findet.

§. 637. Ein fünftes Mittel, Wärme zu erregen, ist endlich das Reiben fester Körper unter einander, das man ehemals gar für die einzige Quelle aller Temperaturerhöhung anah. Obgleich noch nicht alle Umstände bey dieser so gewöhnlichen Erscheinung ins Licht gesetzt sind, so scheint doch so viel ausgemacht zu seyn, daß eine plötzliche und starke Zusammendrückung der Theile der sich reibenden Körper Statt finden muß, wenn dadurch Hitze erzeugt werden soll, wie es auch das Geräusch, das beim Reiben lauter zugetren ist, bestätigt. Willmcht wird nun durch diese plötzliche Zunahme der Dichtigkeit der Theile ihre Capacität oder ihre specifische Wärme (§. 553.) vermindert, und so Anhäufung von freyem Wärmestoffe oder Temperaturerhöhung zuwegegebracht. Hieraus läßt sich erklären, wie bey übereinst. gleichen Umständen und gleichen Körpern die Entzöndung der Wärme um desto größer sey, je heftiger das Reiben geschieht, oder je schneller und stärker die successiven Zusammendrückungen und Schwingungen der Theile erfolgen. Ferner lehren die Erfahrungen, daß die Leitungskraft der Körper für die Wärme auf die Erregung der Hitze vielen Einfluß habe, und daß diese bey gleicher Stärke der Reibung um desto größer sey, je schlechtere Leiter für die Wärme die reibenden Substanzen sind. Die Luft, welche die reibenden Substanzen berührt, kann daher auch Wärmestoffen sehr schnell genug ableiten, daß ihre Wirkung nicht bemerkbar wird, wenn die Wirkung des Reibens nur schwach ist; und wirklich fand Puccet auch im luftleeren Raume deshalb die Wirkung des Reibens größer, als im luftvollen, was zu gleicher Zeit beweiset, daß die Luft selbst die bey dem Reiben fester Körper erzeugte Wärme nicht hergiebt. Freylich kann aber bey dem Reiben entzündlicher Substanzen die Temperatur derselben bis zu ihrer Entzündungshöhe erhöht und dadurch Verbrennen hervergebracht werden, wobey

Wenn die Luft allerdings zur Erzeugung der Hitze wirksam ist. Flüssige Körper können sich wegen der Verschiebbarkeit ihrer Theile nicht unter einander reiben, wie man sonst annahm. In ihnen selbst ist daher diese Art der Erregung der Wärme nicht möglich. Den ausdehnungsfähigen Flüssigkeiten kann jedoch durch plötzliche Zusammenrückung derselben auf eine ähnliche Art, wie beim Reiben, Wärmerstoff angehäuft werden, wie die Temperaturerhöhung der Luft beim schnellen Comprimiren derselben offenbar beweiset.

Pictet's Versuch über die Wärme, die durch das Reiben hervorgerufen wird; in seinem Versuche über das Feuer, S. 14 ff.

Verh. Rumford in Scherer's Lex. u. I. S. 9—51. Sies-  
sabend u. S. 511. Tapp in Feblan's Journ. I. 511. — Nach  
den oben angeführten Wärmeerzeugungsarten wird die Wärme durch  
Reiben zu werden, die Entstehung der Wärme durch Stoch, Druck,  
Verdichtung, die durch das Reiben in lebenden Wesen und die in vielen  
andern zu empfindender durch die Reibungsbewegungen bedingte. 31."

### Dreites Hauptstück.

#### L i c h t.

#### § 638.

Wenn Tage und bey der Erhellung durch Feuer oder durch leuchtende Materien bringen die Gegenstände in unsern gesunden Augen eine Empfindung zuwege, welche jedermann unter dem Namen des Sehens kennt, wodurch wir in den Stand gesetzt werden, von der Lage, Figur, Größe und Bewegung der sichtbaren Gegenstände urtheilen zu können.

§. 639. Die objective Ursache dieser Empfindung nennt man Licht oder Lichtmaterie (*Materia lucis*). Außer dem Sinne des Gesichts kann dieses Wesen freilich von keinem andern Sinne empfunden werden: da es aber das

Organ des Sehens rührt, ihm sogar beschwerlich und schmerzhaft werden kann; da wir es vermehren, vermindern, absondern, messen, fixiren und versetzen können; kurz, da es im Raume und in der Zeit enthalten ist: so ist gar kein Bedenken, sein materielles Daseyn anzunehmen und ihm objectivte Realität zuzuschreiben.

§ 640. Der Zustand der Körper, die in unserm Auge die Empfindung des Sehens hervorbringen, heiße *Beleuchtung* oder *Helligkeit* (*Claritas*), welchem die *Dunkelheit* oder *Finsterniß* (*Obscuritas*) entgegengesetzt ist, die, wie niemand zweifelt, kein eigenes dunkelmachendes Wesen voraussetzt, sondern blosse Abwesenheit des Lichts oder auch Verminderung desselben bis auf einen Grad ist, der von uns nicht mehr empfunden werden kann.

§ 641. Dingenigen Körper, die aus sich das Licht entwickeln, und also für sich allein die Empfindung des Sehens verursachen, heißen *leuchtende Körper* (*Corpora lucens*), und dahin gehören die Sonne, die Fixsterne, alle brennende Körper; alle andre Körper aber, die uns nur durch Hülfe jener sichtbar werden, heißen, wenn sie die Empfindung des Sehens bewirken, *erleuchtete* oder *erhellte Körper*.

*Erleuchtete Körper können durch fortleuchtende ganz unsichtbar oder zu höchst eben so wenig bemerkt werden, weil die im Auge stattfindende Empfindung in einem und demselben Organe der unendlich kleinste Theile numerisch macht. So sieht man das Licht gegen das Licht nicht leuchten, nur erleuchten, und die Sehkunst wird dadurch bloßes Gedächtniß ganz unschuldig.*

§ 642. Wenn wir durch gewisse Körper die gerade Linie unterbrechen, die von unserm Auge zu den leuchtenden oder erleuchteten Gegenständen gezogen werden kann, so können wir diese nicht mehr sehen; verschiedene andre Körper hingegen verhindern es in diesem Falle nicht, sondern wir können durch sie die leuchtenden oder erleuchteten Gegenstände wahrnehmen. Jene heißen *opak* oder *undurchsichtige Körper* (*Corpora opaca*), diese *durchsicht-*

Schülze (Corpora transparentia, diaphana, pellucida). Die Durchsichtigkeit derselben selbst überigens verschiedene Stufen. Sie hängt nicht von der Menge der Zwischenräume, sondern von der geradlinigen Richtung des Lichts in der Masse ab, wie weiter unten näher erläutert werden wird.

Wichtige Commensur dabei wegen des Erdens vermittelt er durch Exzel erläuterten Explanen.

§. 643. Wenn das Licht der Sonne durch eine kleine Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer fällt, so findet man, daß die Erleuchtung der hinter einander liegenden Lustheiligen eine gerade Linie macht. Da aber auch erleuchtete Gegenstände nicht wahrgenommen werden können, wenn die gerade Linie zwischen ihnen und unsern Augen durch undurchsichtige Körper unterbrochen wird, so muß sich das Licht sowohl von den leuchtenden als erleuchteten Körpern in geraden Linien fortpflanzen.

§. 644. Die Theilchen des Lichts, die in einer geraden Linie sich hinter einander bewegen, nennt man einen Lichtstrahl (Radius lucis). Die durchsichtigen Körper (§. 642.) müssen diese Lichtstrahlen durch sich nach unserm Auge hindurchlassen, sonst würden wir durch sie hindurch die sichtbaren Gegenstände nicht wahrnehmen können.

§. 645. Ein isolirter leuchtender oder erleuchteter Punkt ist von allen Seiten her sichtbar; folglich verbreitet sich auch das Licht von jedem sichtbaren Punkte nach allen Richtungen zu.

§. 646. Das Licht ist also eine expansible Flüssigkeit, deren Theilchen durch überwiegende Repulsionskraft in Bewegung gesetzt werden; und diese bewegen sich von der Quelle aus, wo sie thätig werden, nach allen Richtungen zu, wie die Kugeln einer Kugel vom Mittelpunkte nach der Fläche. Wir können uns also die Verbreitung des Lichts von jedem leuchtenden oder erleuchteten Punkte als eine

Sphäre von unbestimmter Größe vorstellen, deren Centrum der strahlende Punkt einnimmt, und deren Radii die Lichtstrahlen sind. Von sichtbaren Punkten auf Flächen und durchsichtiger Körper kann dieser Ausfluß des Lichts als eine Hemisphäre gedacht werden.

§. 647. Das Licht ist ferner eine rein expansible Flüssigkeit. Kein einziger Versuch kann die Schwertrasse desselben beweisen, oder darthun, daß seine Bewegung durch die Schwerkraft in der Richtung abgeändert werde. Es zeigt sich durchaus als imponderable Substanz.

§. 648. Diefemnach müßte das Licht sich ins Unendliche verbreiten, weil seine Repulsionskraft sich nicht durch sich selbst beschränken kann; und wirklich erfüllt auch das Licht nie mit Beharrlichkeit seinen Raum.

§. 649. Die Untersuchungen in der Folge werden aber wahrscheinlich machen, daß die Expansibilität des Lichts nicht ursprünglich, sondern erworben ist, und daß es aus einer an sich nicht expansiblen Substanz und dem Wärmestoff besteht, durch welchen jene ihre expansible Zustände erhält. daß es durch Anziehung anderer Materien, entweder gegen seine Basis oder gegen seinen Wärmestoff, zertheilt werden, und so dahin gebracht werden kann, in einem begrenzten Raume, freilich nicht mehr als expansibles Fluidum, gefesselt zu werden.

Der Lichtstoff würde hiernach demselben Substanz seyn, welche die a. a. die Carac. ist für den Wärmestoff, welche, und die mit ihm verbunden Licht, d. i. Wesenheit des Lichtes erzeugte, von ihm — durch chemische Zertheilung j. D. in einen niederen Zustand der atomistischen Luft — auch eben, hiernach erzeugt den Wärmestoff, d. i. freie Wärme entlockt, andererseits d. d. an sich bestehender Carac. mit andern Materien, j. D. mit dem Lichtstoff (in hochgradiger) mit dem Sonnenlicht (in Entzückung) sich verbindet, von d. Ertheilung u. a. a. Chemikern und verschiedenen Philosophen vermutet haben. — Erinnere der Alchemisten gewiss von ähnlichen Dingen an, indem sie vermuteten, das Sonnenlicht so zu zertheilen, daß nicht der Wärmestoff, sondern unmittelbar der Lichtstoff sey, und der Wärmestoff zertheilt werde, wo sie dann in dem ausstrahlenden Lichtstoffe die oben erwähnte Præmaterie aller Naturwesen, dem so gen. Ethern der Alchemisten, zu erkennen gedachten. — Nach Paracelsus wird



Derro Ann. 1. f. S. 191 u. f. behauptet das Licht zu den Planeten gehen durch der von P. angenommene Abstand der ersten Art, der in Folge sich Stoffe bilden, ohne ihre Eigenschaften zu verlieren. Als Eigenschaft des Lichtes ist zu betrachten das Leuchten, und indem das Licht bei den so eben zu erwähnenden Phänomenen der Brechung, der Reflexion und Farbenverbreitung nur immer die von Aschafnotzome leiht, behält es seine leuchtenden Eigenschaften unverändert bei.

§. 650. Aus der Expansibilität des Lichtes folgt schon, daß es als Continuum seinen Raum erfüllen müsse; daß es also keine sogenannte discrete Flüssigkeit bilden könne, deren Theilchen durch große Zwischenräume in Beziehung auf ihren Durchmesser von einander abgesondert wären; und daß es sich nicht in abgesonderten, nicht contiguirlichen, Strahlen verbreite.

§. 651. Indessen dient diese Vorstellung, daß sich das Licht in discretten Strahlen verbreite, zur anschaulichern Erklärung der folgenden Erscheinungen; die Optik läßt sich so gewissermaßen auf eine Geometrie des Lichtes zurückbringen. Ich werde deshalb diese Vorstellungsort im Folgenden zum Grunde legen, obgleich in der Wirklichkeit das Licht in einem contiguirlichen Strome ausfließt und auch bei der größten Dünne ein Continuum im Räume bildet.

In der That ist kaum man ja auch nur einen Lichtstrahl vorstellen; dazu müßte man das Licht durch ein unendliches kleines Loch in ein festes Glas lassen, wobei jedermann die Unmöglichkeit einseht.

§. 652. Die Geschwindigkeit der Ausbreitung der Theile des Lichtes vom strahlenden Punkte ist so groß, daß die Zeit, die es braucht, um einen auf der Erde zu überfliegenden Raum zu durchlaufen, für uns nicht mehr meßbar ist. Indessen ist diese Bewegung doch nicht instantan, oder ohne Zeit, wie man ehemals glaubte, sondern für sehr große Räume allerdings meßbar und nicht außer aller Vergleichung groß, wie die Astronomie lehrt. Den sichersten Beobachtungen derselben zu Folge durchläuft das Licht den Weg von der Sonne zur Erde, oder den Raum, der dem mittlern Halbmesser der Erdbahn oder 23430 Halbmessern der



der Erde gleich ist, in 8 Minuten  $7\frac{1}{2}$  Secunden. Diese Geschwindigkeit verhält sich zu der, mit welcher die Erde um die Sonne läuft, wie 10313:1; zu der Geschwindigkeit, mit welcher ein Punkt des Äquators der Erde bei ihrer Umdrehung um die Achse geführt wird, wie 653539:1; und zu der Geschwindigkeit des Schalles in der Luft beinahe wie 976000:1. Diese Geschwindigkeit des Lichts giebt also binnen Einer Secunde einen Weg von mehr als 40000 geographischen Meilen. Aus dieser großen Geschwindigkeit des Lichts und aus der Dauer der Emission in unserm Organe nach empfangener Impression läßt es sich denn auch erklären, warum ein nicht continuirlicher Strom des Lichts, der in sehr kleinen Zwischenzeiten von einem Orte her erfolgt, uns als ein continuirlicher erscheinen kann.

Kömer, ein dänischer Astronom, beobachtete mit Cassini in den Jahren 1671 bis 1673 die Veränderungen der Jupitermonde Rostop und fand, daß bei den perihelionischen Erscheinungen der Erde in ihrem Perihelion, um die Sonne die Zeit des Austritts des ersten Mondes aus dem Schatten des Jupiter nicht so erfolgte, als es der Berechnung nach sich hätte sein müssen. Es sey J. B. (Fig. 55.) S die Sonne, T die Erde, P die Bahn um die Sonne, u der Halbmesser dieser Bahn, I der Jupiter und BA ein Theil seiner Bahn um die Sonne, L die erste Nacht des Jupiter, und LBA die Bahn dieses Mondes um den Jupiter. Wenn die Erde sich in T befindet, und der Beobachter auf derselben nimmt den Austritt des Jupitermondes L aus dem Schatten des Jupiter in I wahr, so wird er diesen Austritt etwas nach 42 St. und 30 Minuten später wahrnehmen, und wenn die Erde in T' über, so würde er in 7mal 42 St. 30 Min. den Austritt des Jupitermondes aus dem Schatten des Jupiter 5mal beobachten können. Die Erde legt aber in dieser Zeit einen Theil der Bahn zurück, und langt in t an. Er muß nun das Licht Zeit brauchen, um sich fortzupflanzen, so wird der Beobachter auf der Erde in t diesen Austritt später beobachten, als da die Erde in T war; und es muß folglich zu der Zeit von 7mal 42 St. 30 Min. noch so viel Zeit hinzukommen, als das Licht braucht, um die Differenz des Raumes IT und it zu durchlaufen. Kömer sah am 20ten Dec. 1673 in der Akademie der Wissenschaften zu Paris eine Abhandlung über diese anmaßliche Fortschankung des Lichts vor, die er aus seinen Beobachtungen geschlossen hatte. Cassini und Maraldi widersetzten ihm (Mém. de l'acad. roy. des sc. 1700. S. 96 und 102), Huygens hingegen (Tr. de lumine, P. 6. und Newton Princip. phil. aus E. 007) pöblichten ihm bei. Bradlee endlich schloß durch die von ihm gemachte Entdeckung der Aberration der Fixsterne die anmaßliche Fortschankung außer allen Zweifel, und seine genannten Zeitbestimmungen haben gelehrt, daß, wenn die Differenz des Raumes IT und it dem Halbmesser der Erdbahn so groß sey, das Licht aus T zu t von 8 Min.  $7\frac{1}{2}$  Secunden brauche, um ihn zu durchlau-



geometrische Berechnung des Lichts kann nur auf ebenen sich erstreckt, als aus der Erleuchtung erkannt werden. 8."

§ 654 Die Lichtstrahlen also, die von einem leuchtenden Punkte ausgehen, und auf die Hornhaut oder Pupille unsers Auges, oder sonst auf eine Kreisfläche fallen, müssen einen Strahlenkegel bilden, dessen Grundfläche an unsern Auge oder an der andern Fläche, und dessen Spitze an dem strahlenden Punkte ist.

§ 655. Weil die Stärke des Lichts (Intensitas lucis) von der Dichtigkeit desselben, und die Stärke der Erleuchtung von der Menge der auf eine Fläche fallenden Lichtstrahlen abhängt, so sieht man auch aus der Verbreitung des Lichts (§ 654.) leicht ein, daß sich die Erleuchtung einer Fläche umgekehrt verhalten müsse, wie das Quadrat der Entfernung der erleuchteten Fläche von dem strahlenden Punkte; ferner, daß von einem strahlenden Punkte bei gleicher Entfernung weniger Lichtstrahlen auf einerley Kreisfläche fallen müssen, wenn die Achse des Lichtkegels schief, als wenn sie senkrecht darauf ist; daß immer desto weniger Strahlen auf die Fläche fallen müssen, je schief der Auffallswinkel der Achse des Lichtkegels ist; und daß die Erleuchtung der Fläche sich gerade verhalten müsse, wie der Sinus des Neigungswinkels der Strahlen gegen die erleuchtete Fläche, wenn das Licht parallel auf dieselbe fällt.

„Diese Eigenschaften beruhen auf folgenden Sätzen:“

- a) „Zwei gleichweit entfernte Punkte über einer ebenen Fläche ausstrahlen, als die eine normal strahlende Erleuchtung, d. h., der gleichen Lichtmenge verhält sich die Stärke des Lichts umgekehrt wie die erleuchtete Fläche.“
- b) „Zwei gleichweit entfernte Punkte über einer ebenen Fläche ausstrahlen, als die eine normal strahlende Erleuchtung, d. h., der gleichen Lichtmenge verhält sich die Stärke des Lichts umgekehrt wie die erleuchtete Fläche.“

3) — Wenn beide Fch (Tab. 1. Fig. 1) zwischen AB und CD paralleles Licht, welches durch verschiedene Platten  $g_1, g_2$  von unten den Einfallspunkt  $g_1A, g_2A$  aufzufassen wird. Die  $g_1$  Schärfe auf  $g_1$  ist  $L_1$ , auf  $g_2$  auf  $g_2$  ist  $L_2$ ; so ist  $L_1 = g_1 g_1$  (in. 1); aber  $g_1 g_1 = g_2 g_2$  — dem  $g_1A$  —  $g_2A$  (aus diesen Gründen:  $g_1 g_1 = g_2 g_2$  — Sin.  $g_1A = g_2 g_2$ ); also bey parallelem Lichte die Erleuchtung, nach der Sinus des Neigungswinkels der Strahlen gegen die Fläche. 8"

§ 656. Versuche, welche die Schwächung des Lichts bey seinem Fortgange im Verhältnisse des Quadrats der Entfernung vom strahlenden Punkte beweisen, hat Graf Rumford angestellt und dazu ein sinnreiches Photometer beschreiben.

Versuchswort Methode, der comparativen Intensitäten des Lichts leuchtender Körper zu messen, vom Herrn Generalleutnant Herrn Thompson, Chevalier von Rumford; in Grens neuem Journ. d. Physik, B. 11. S. 15 f.

„Rumford's neues vereinfachtes Photometer Gilbert's Ann. XLV. S. 419. ALV. S. 290. — Lenz's, Lampadius Photometer; Schwiggers N. Journ. X. S. 124. 420. XI. 531. 8"

§ 657. Es folgt aus dem angeführten Gesetze der Schwächung des Lichts bey seiner Verbreitung (§. 655.) daß, wenn auf einer gegebenen Fläche die Größe der Erleuchtung oder die Dichtigkeit des Lichtes zweier verschiedenen Lichtquellen (unter gleichem Auffallswinkel der Strahlen) gleich ist, die Intensitäten oder Dichtigkeiten der respectiven Lichtstrahlen bey ihrem Ausflusse sich verhalten müssen, wie die Quadrate der Entfernungen dieser Lichtquellen von der Fläche.

„Wenn nehmt man Licht in der ersten Entfernung eine gewisse Erleuchtung bewirkt, so ist in doppelter Entfernung ein viermal größeres Licht, in dreifacher Entfernung ein neunmal größeres Licht, und d. gl. Lustung zu machen. Wenn also zwei Lichter in ungleichen Entfernungen gleiche Erleuchtung hervorbringen, so verhält sich ihre erleuchtende Kraft, wie das Quadrat der Entfernung. — Es ist aber zu bemerken, daß der Satz nur mit selbst nur von leuchtenden Punkten, oder von Lichtern, welche gleichem Umfang haben, od. k. Man kann ihn also nicht anders anwenden, wie der Verfaßer that, da Stärke eines Argentinum mit dem Lichte des Mondes oder der Sonne zu vergleichen. 8"

§ 658. Die Lichtstrahlen, welche bey ihrer Entweichung aus dem strahlenden Punkte ausgehen, entfernen sich natürlicher Weise immer weiter von einander und heißen

divergirend, auseinanderfahrend (*Radii divergentes*); und ihre Divergenz muß desto größer seyn, je größer der Winkel an der Spitze des Strahlenkegels ist. Sonst können aber auch Lichtstrahlen (wie dieß in der Folge erpellen wird) von einer Fläche nach einem Punkte hin zusammenlaufen oder convergiren (*Radii convergentes*); und es muß ebenfalls die Convergenz derselben desto größer werden, je näher die Spitze des Strahlenkegels nach der Grundfläche desselben zu tritt.

Es sey (Fig. 57)  $AB$  eine Kreiskette, die vom strahlenden Punkte  $c$  erleuchtet wird: so ist  $AB$  ein Strahlenkegel, und der Winkel, welchen die zwei  $J$ -fern Strahlen an entgegengesetzten Punkten der Peripherie  $A$  und  $B$  mit einander im  $c$  machen,  $ACB$ . Wird diese die ge Grundfläche dem strahlenden Punkte  $c$  näher gestellt, wie in  $ab$ , so wird der Winkel  $acb$ , den nun die äußern Strahlen an dem entgegen gesetzten Punkten  $a$  und  $b$  der Peripherie bilden, größer: die Größe der Divergenz der Strahlen wird so aus der Größe des Winkels in  $c$  beurtheilt.

Es laufe ferner (Fig. 58) ein Strahl von  $A$  nach  $c$ , und ein anderer von  $b$  nach  $c$ , so heißen sie nun convergirend, und die Größe ihrer Convergenz wird durch den Winkel  $AcB$  angedeutet. Wenn nun eben diese Strahlen früher zusammentrafen, wie  $af$  und  $bi$ , so wird der Winkel  $afB$  größer seyn, und man sagt, ihrer Convergenz sey größer.

§. 559. Wenn die Fläche, welche die divergirenden Strahlen von einem strahlenden Punkte auffängt, sich weiter vom letztern entferne, so wird auch der Winkel der äußersten an entgegengesetzten Punkten der Peripherie der Kugel auffallenden divergirenden Strahlen kleiner, und bey einer sehr großen Entfernung endlich so klein, daß der Winkel für uns ganz verschwindet, und daß man die auffallenden Strahlen als parallel ansehen kann, die also dann einen Strahlencylinder zu bilden scheinen.

§. 560. In einem freyen (ganz leeren) Mittel\*) würde die Stärke des Lichts paralleler Strahlen bey ihrem Fortgange nicht vermindert werden; sie wird es aber in durchsichtigen Körpern, weil diese nicht völlig und nie so durchsichtig sind, daß sie gar keine Strahlen aufhalten sollten. Uebrigens aber nimmt die Stärke des Lichts darin nach einer

geometrischen Progression ab; wenn das Medium homogen und gleichförmig ist.

\*) Mittel (Medium) nennt man in der Optik jeden Raum, er sey leer, oder mit Materie erfüllt. Davor sagt man z. B., ein Lichtstrahl treffe auf ein durchsichtiges oder undurchsichtiges Mittel. S.

Es sey ein durchsichtiges Medium, von homogener Natur, dessen Dichtigkeit in allen Theilen gleichförmig sey, und worin also das Verhalten der Theile, die das Licht interessieren, in denen, die es durchgehen, einander sey in dem Maasse, wie in einzelnen Schichten des Mediums. Man denke sich nun das ganze Medium zu  $n$  Theilen, und auf die Theile des Lichtes, welche in der ersten Schicht abgehalten werden, so ist klar, daß, wenn das Medium  $n$  Theile hat, die das Licht interessieren, in denen, die es durchgehen, die  $n$  Theile, und die Lichtmenge, die auf parallel in die erste Schicht tritt, durch  $n$  abgetheilt wird, der davon aufgehaltene Theil  $\frac{1}{n}$  zurückbleibt.

Die durch diese erste Schicht durchgehende Lichtmenge wird also  $1 - \frac{1}{n}$  seyn: in der zweiten Schicht des Mediums wird davon der

Theil  $\frac{1}{n} - \frac{1}{nn}$  aufgehalten werden: folglich wird durch diese zweite

Schicht nur die Menge des Lichts gehen, die durch  $1 - \frac{1}{n} -$

$\frac{1}{n} + \frac{1}{nn} = 1 - \frac{1}{n} + \frac{1}{nn} = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^2$  angedeutet wird.

In der dritten Schicht wird davon der Theil  $\frac{1}{n} - \frac{1}{nn} + \frac{1}{n^2n}$  wieder aufgehalten werden: folglich wird durch diese dritte Schicht

nur die Lichtmenge  $1 - \frac{1}{n} + \frac{1}{nn} - \frac{1}{n} + \frac{1}{nn} - \frac{1}{n^2n} = 1 -$

$\frac{1}{n} + \frac{1}{nn} - \frac{1}{n^2n} = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^3$  hindurchgehen und zur vierten

gelangen, u. s. w. Wenn also die Stärke des Lichts, d. i. die Menge des Lichts, das in parallelen Strahlen auf die erste Schicht trifft, durch 1 angedeutet wird, so ist sie auf der zweiten gleichem

Schicht  $1 - \frac{1}{n}$ , auf der dritten  $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2$ , auf der vierten

$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3$ . Sie nimmt folglich in einer geometrischen Progression

ab. Sind die Strahlen divergirend, so nimmt es auch noch überdies in der Progression: 1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ , u. s. w. in den aufeinander folgenden



homogen; gleiche Schichten ab; und aus beiden Progressionen folgt, daß das Licht dann in der Progression:  $r = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{1}{n}\right)^2$

$$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^3 \text{ u. s. w. abscbmte.}$$

Schaeffer institutiones physicas, P. II. C. 416 ff. 306 ff.

§ 661. Um die Schwächung des Lichts beim Durchgange durch durchsichtige Mittel zu messen, dient ebenfalls das vorhin (§ 656.) erwähnte Rumfordsche Photometer. Winder genau und zuverlässig sind die von Bouguer und Lambert angestellten Versuche.

Wiel von Rumford fand, daß das Licht einer gewissen Lampe beim Durchgange durch eine Tafel von diesem, die dinstand, auf 1000 Theile sich verminderte. In dem Versuch von 1785, zu 1,0000 abgemessen wurde, oder daß nur 0,1195 der ganzen Lichtmenge, die auf die Tafel fiel, durch das Glas hindurchging. Nach einem Versuch mehrerer Monate fand er das Licht um 0,1195 bei einem andern Versuch bei ein derelbigen Messung Mittel 0,1195: nach einer Messung zusammen war das Licht nach einer Durchsicht 0,1184. — Bei einer sehr dünnen reinen Tafel von diesem weissen Fenster, wie der durchsicht nach einer Mittelzahl 0,1195. — Die Durchsicht der Luft fand Hr. B. v. K. so groß, daß die Verminderung, welche das Licht beim Durchgange durch eine Zölle derselben erleidet, unbewertbar war. Beim Durchgange durch sehr große Räume der Luft wird das Licht aber merklich schwächer: die Berechnungen aber, welche Bouguer und Lambert angestellt haben, beweisen auf gar keine Weise das Gegentheil.

Rumford's ed. angl. III. C. 43 f.

Bouguer traité d'optique sur la gradation de la lumière, à Paris 1762. 12. 1760. pr. 4. J. Hér. Lambert photometria, Bre de mensura et gradatione luminis, colorum et umbrar. Aug. Vind. 1760. 8.

v. Gauß's Diaphanometer C. Gren's neues Journ. der Physik, B. IV C. 101 ff.

v. Gauß's Photometer; Lübert's Ann. V. C. 513. 21.

§ 662. Durch undurchsichtige Körper wird das Licht in seinem Fortgange unterbrochen. Diese Unterbrechung des Lichts nennt man Schatten (Umbra), d. h. Dunkelheit von der geringern oder größern Erleuchtung, durch benachbarte erleuchtete Gegenstände herrühret. Schatten ist





seinen Fortgange unbegrenzt sey und immer breiter werde; wenn der Durchmesser der dunkeln Kugel größer ist, als der leuchtenden; und endlich, daß der Schatten in eine Spitze auslaufe, wenn der Durchmesser der leuchtenden Kugel größer ist, als der dunkeln. Ferner ist die Länge des geraden Schattens auf einer horizontalen Ebene ohne Grenzen, wenn der leuchtende Körper kleiner ist, als der dunkle, und nicht höher steht, als der dunkle; steht er aber höher, als der dunkle, und ist er als ein Punkt zu betrachten, so ist die Länge dieses geraden Schattens begrenzt, und verhält sich zur Perpendicularhöhe des dunkeln Körpers, wie der Cosinus der Höhe des leuchtenden Körpers zum Sinus dieser Höhe.

Es sey (Z. a. 24.) AB ein dunkler Körper, der auf der Horizontalen eben AL vertical stehe. In S sey ein leuchtender Punkt, der genau die 12 u. höchste Stelle des Körpers AB subvertical leuchte. Die obere Seite von AB steht aber dagegen im Schatten, und der Körper ist vertheilt auch, daß in der Linie BC Licht auf die horizontale Ebene RL falle. SC ist der erste Radius, der von S auf die Ebene fallen kann, und begrenzt so die Länge des Schattens BC. Die Höhe des leuchtenden Punktes S über AB wird durch den Winkel BSC gemessen. Es verhält sich aber BCS Tang.  $BC : SC :: AB$ , d. i. die Länge des Schattens zur senkrechten Höhe des Körpers, wie 2 zur Tangente der Erhebung des leuchtenden Punktes über den Horizont.

Es folgt hieraus, daß, wenn die Höhe des leuchtenden Punktes über der Horizontalen eben, auf welcher der dunkle Körper senkrecht ist,  $45^\circ$  betrage, die Länge des geraden Schattens gleich der perpendicularen Höhe des Körpers ist.

§ 666. Von diesem wahren Schatten oder Kernschatten (§. 662 — 665.) ist noch der Falttschatten (Penumbra) zu unterscheiden, der zwischen Schatten und Licht liegt, wosin erleuchtende Strahlen nur von einigen Punkten des leuchtenden Körpers, nicht aber von allen, fallen können. Es findet daher Statt, so oft der leuchtende Körper einen merklichen Durchmesser hat, und ist um desto größer, je größer der scheinbare Durchmesser des leuchtenden Körpers gegen den des dunkeln Körpers ist.

Die Schatten des Falttschattens hat es, wo, wenn sich das Licht selbst befindet, der leuchtende Körper von demselben ganz gesehen zu werden anfängt; und die Größe des Falttschattens ist, da

wo ein Theil des beständigen Körpers verdeckt zu werden anfangt. Es ist (Fig. 60.) die Sonne, A die Durchsicht einer auf der Horizontalebene der senkrechten stehenden Mauer. So lange sich das Auge in A befindet, kann es die Sonne ganz sehen; so wie es nach B kommt, so ist der weitere Theil der Sonne der Höhe von A zu verdecken beginnend, und hier fängt der Halbschatten an; der B nach C kommt. Hierher ist die Sonne zwar nicht von einem, aber nicht von allen Theilen der Sonnenfläche fallen, und zwar immer von desto weniger, je weiter der Raum gegen C zu liegt. In C ist die Grenze des Kernschattens, und ein Punkt in D entspricht dem äußersten Strahl von dem vorderen Rande der Sonnenfläche, nach zwischen C und B kann es gar nichts mehr dazwischen sein. Der Halbschatten wird daher um desto größer, je weiter er der Grenze des Kernschattens liegt, und vertheilt sich um desto mehr, je weiter er der Grenze der vollkommenen Erleuchtung kommt. Wird nun auch noch von andern Partien zu ad strahlendes Licht auf die in A erhalten liegende Fläche geworfen, so ist er auch wohl gar nicht mehr gehörig in seiner Größe zu untersuchen.

Nach dem Halbschatten ist es beizulegen, warum kein Kernschatten mitten vor der wirklichen Verfinsternis der Mond scheinbar entsteht zu werden anfangt. Es ist (Fig. 61.) die Sonne, I die Erde, B der Mond, A ein Theil seiner Oberfläche am die Erde. Da der Durchsicht der Sonnenfläche näher ist, als der der Erde, so ist der Kern der Kernschatten der letzten breiter (Fig. 62.) und läuft in der Erde aus, wie PV. Er wird begrenzt durch die Strahlen MQV und mqv. Man ziehe nPa und nPB, so bestimmen diese die Größe der anliegenden Halbschatten AD und BC. Wäre ein Auge in A, so würde es auch die ganze Sonnenfläche ganz sehen, inwendig AD und BC oder nur einen Theil derselben. So wie also der Mond in den Norden AD tritt, so empfängt er nicht mehr von der ganzen Sonnenfläche, sondern nur von einem Theile derselben, daher er erachtet sich nicht erachtet, wird öfter oder dunkler, auch doch um desto mehr, je weiter er nach D kommt, wo der ganze Schatten anfangt. Eben so ist es bei einem Austritte aus dem nördlichen Schatten bei C, wo er immer öfter zu werden anfangt, je näher er nach B kommt.

Die Länge des Kernschattens TV läßt sich bestimmen, wenn die Entfernung der Erde von der Sonne  $TS = p$ , und der Halbmesser  $TP$  der Erde und dem der Sonne bekannt sind. Die äußersten Strahlen nPa und nPB berühren beide Kreise und laufen in V zusammen. Wenn daher Sm und Tp auf der Tangente mPv senkrecht sind, und qv mit TS parallel ist, so sind die Linien mqv und pTV gleich, und es ist  $ms = op$  (oder  $ST = TP$ ),  $ms$  oder  $ST = Sm - Tp$ .

Folglich  $TV = \frac{TP \times ST}{Sm - Tp}$ ; oder die Länge des Kernschattens der

Erde ist gleich dem Producte aus dem Halbmesser der Erde in die Entfernung des Mittelpunktes der Sonne vom Mittelpunkte der Erde, dividirt durch die Differenz des Halbmessers der Sonne und der Erde.

## Zurückstrahlung des Lichts.

§ 667. Die Lichtstrahlen, welche durch einen Körper in ihrem Fortgange aufgehalten, sonst aber davon nicht angezogen werden, werden wieder zurückgeworfen. Diese Veränderung der Richtung des Lichts, wodurch es wieder in das Mittel, aus welchem es kommt, zurückgeschickt wird, heißt die Zurückstrahlung oder Reflexion des Lichts (*Reflexio lucis*); und das allgemeine Gesetz derselben ist: daß der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich ist.

§ 668. Die Ursache der Zurückstrahlung des Lichts von Flächen ist die eigene Expansivkraft des Lichts selbst, beim Mangel der Anziehung zwischen der reflectirenden Fläche und der ganzen darauf fallenden Lichtmasse oder eines Theiles derselben. Die schief ausfallenden Lichtstrahlen werden nicht eigentlich unter einem scharfen Winkel zurückgeworfen, sondern vor der Berührung erst gekrümmte und in die Gestalt einer Curve gebracht, deren erhabene Seite gegen die Fläche geschieht ist.

Man hat viele Zurückstrahlungen des Lichts nach den Gesetzen des Newtons beobachtet unter Körpern an dichte Flächen (§. 207) zu erkennen gesucht, aber weder offenbar die Expansivkraft oder einen der Anteractionen mit der Oberfläche (§. 122) hervorgehoben. Newton (opt. l. II. p. 9. prop. 9. leitet weit natürlicher die Zurückstrahlung des Lichts von eben derselben Ursache her, von der auch die Brechung abhängt, nur daß sie unter verschiedenen Umständen sich anders äußert. Dasselbe Licht betrachtet, das durch den Körper nicht hindurch geht oder von ihm nicht aufgehalten wird, wird durch die reflectirende Fläche so abgelenkt, als ob eine Repulsi onskraft in dieser Fläche selbst wäre. Er zeigte auch, daß die schief ausfallenden Lichtstrahlen nicht eigentlich unter einem scharfen Winkel zurückgeworfen, sondern vor der Berührung erst gekrümmt und in die Gestalt einer Curve gebracht werden, deren erhabene Seite gegen die Fläche geschieht ist. In die Voraussetzung so fort gerathen, daß die Krümmung den Raum gegen die Zurückstrahlungsfläche gekrümmt, so kann es sich denken nicht von ihr abhellen, sondern mehr noch dem Poze von der Reflexion der Lichtstrahlen in eben der Bahn zurück, auf es ankam, bis es, wenn es aus dem Einfallswinkel der Fläche getreten ist, nach der Tangente der Curve gerathen, und, wie leicht einzusehen ist, weiter eben dem Winkel gegen die reflectirende Fläche, als es ankam, zurückstrahlt. Der Strahl bewegt sich daher in dem Winkel der Reflexion ein, so gerades er auf der zurückstrahlenden Fläche steht.



gegen den Spiegel gezogen werden kann, oder  $FC$ , heißt das Einfallslotz (Cathetus incidentiar); der Winkel  $DCF$ , welchen der einfallende Strahl mit diesem Einfallslotze macht, der Einfallswinkel (Angulus incidentiar); der Strahl  $CG$ , der vom Spiegel zurückgeht, der zurückgeworfene Strahl (Radius reflexus); und der Winkel  $GCF$ , welchen er mit dem Einfallslotze bildet, der Zurückstrahlungswinkel (Angulus reflexionis).

„Zum Theil auf die Theorie der Reflexion des Lichtes sich stützend, ist die Einrichtung des von Gratesande erfundenen und neuerlich vom Cammervertheilungsheliosstat's, mit dessen Hülfe der großen Unbequemlichkeit in optischen Experimenten aufgewichen wird, welche die Beobachtung der Sonne verursacht. Es besteht aus einem metallenen ebenen Spiegel, welcher durch ein der Sonnenzeit angepasstes Librirkel so bewegt wird, daß er immer die Sonnenstrahlen reflectirt und fängt. — Schon vor fast 40 Jahren wurde im Marins Institute ein ähnliches Instrument beschrieben. M.“

§. 670. 1) Der reflectirte Strahl liege mit dem einfallenden und dem Einfallslotze in einerley Ebene. 2) Jeder perpendicular auffallende Strahl wird von einer reflectirenden Ebene in sich selbst zurückgeworfen. 3) Jeder Punkt einer reflectirenden Ebene reflectirt das Licht von allen Punkten des leuchtenden oder erleuchteten Objectes.

§. 671. Aus dem allgemeinen Reflexionsgesetze (§. 667.) folgt ferner, daß, wenn der reflectirende Körper eine ebene Fläche ist, die darauf fallenden parallelen, divergirenden oder convergirenden Strahlen bei der Reflexion denselben Parallelismus, dieselbe Divergenz oder Convergenz behalten, die sie vor dem Einfallen hatten.

1) Es sey (Fig. 64.)  $AB$  eine reflectirende ebene Fläche, auf welche die parallelen Strahlen  $FC$ ,  $ec$  auffallen. Da sie parallel seyn, so sind auch ihre Einfallswinkel  $EAD$  und  $ecd$  gleich; unter eben diesen Winkeln aber werden sie zurückgeworfen. Da also die reflectirten Strahlen  $CF$  und  $cf$  eben die Winkel mit den Einfallslotzen  $DC$  nach  $dc$  machen, so sind sie auch nach, wie vorher, parallel.

2) Es sey (Fig. 65.)  $C$  ein strahlender Punkt, von welchem die divergirenden Lichtstrahlen  $CD$  und  $CF$  nach der ebenen  $AB$  strahlend ausgehen. Da sie unter eben dem Winkel reflectirt werden, unter welchem sie auffallen, so wird der Strahl  $CD$  von  $D$  nach  $E$ ,



nach der Strahl  $CP$  von  $P$  nach  $C$  zurückgeworfen. Wenn wir nun diese reflectirten Strahlen schneidet hinter der Ebene  $AB$  verlängert, so laufen sie in  $e$  zusammen, und der Punkt  $D$  ist also dem Brennpunkt  $F$ . Sie fahren also nach der Reflexion nicht weiter und werden froher auf einander, als es nothwendig davor zu stehen, wenn sie von  $e$  ausgegangen wären und der Winkel ihrer Divergenz ist derselbige.

§ 670. (Fig. 65) Die Strahlen  $ED$  und  $CP$  so waren der reflectirenden Ebene  $AB$ , daß, wenn diese nicht da wäre, sie zusammenlaufen würden. Sie werden daher aber unter dem Winkel reflectirt, unter welchem sie aufhören, und der Strahl  $ED$  geht nach  $F$ , der Strahl  $CP$  nach  $F$ . Wenn wir die einfallenden Strahlen in Punkten hinter der Fläche  $AB$  verlängern, so laufen sie in  $e$  zusammen und  $e$  ist dem Brennpunkt der Convergeng  $EDP$  auch dem Winkel  $DIP$ . Sie fahren also nach der Reflexion nicht früher und später zusammen, als ohne die Reflexion. Ihre Convergenz bleibt also dieselbige.

§ 671. Wenn aber auch die reflectirende Fläche nicht eben, sondern krumm, z. B. sphärisch ist, so läßt sich aus diesem allgemeinen Gesetze der Reflexion der Weg der reflectirten Strahlen ebenfalls bestimmen, da man die Elemente dieser Fläche als aus unendlich kleinen eingen Winkel einschließen geraden Flächen bestehend ansehen kann, und ein Lichtstrahl nur auf einen Punkt fällt.

§ 673. 1) Der Lichtstrahl, welcher auf eine concave sphärische reflectirende Fläche fällt und durch den Mittelpunkt der Kugel geht, wovon die Fläche einen Theil begränzt, wird in sich selbst zurückgeworfen, da er senkrecht darauf steht. 2) Lichtstrahlen, welche parallel mit einander auf eine concave sphärische reflectirende Fläche fallen, und der Achse der Fläche unendlich nahe sind, nähern sich nach der Reflexion und vereinigen sich in einem Punkte, welchem man den Brennpunkt oder Vereinigungspunkt paralleler Strahlen, oder auch schlechtweg den Brennpunkt (*Focus*) nennt. Diese Strahlen treffen in der Entfernung des halben Halbmessers der Kugelfläche zusammen. Diese Entfernung heißt die Brennweite (*Distancia focalis*). 3) Wenn aus dem Brennpunkt divergirende Strahlen nach der concaven sphärischen Fläche zu gehen, so werden sie alle parallel zurückgeworfen werden; folglich wird das Licht dadurch auf eine große Weite ungeschwächt fort-



gepflanzt. 4) Ueberhaupt werden divergirende Strahlen von dieser Fläche als weniger divergirend, oder als parallel, oder als convergirend zurückgeworfen, je nachdem die Entfernung des strahlenden Punktes von der Fläche kleiner oder größer ist. Convergirende Strahlen aber werden als mehr convergirend zurückgeworfen. 5) Wenn endlich die auffallenden Strahlen bei dieser concaven sphärischen Fläche aus dem Mittelpunkte der Kugelfläche kommen, so werden sie alle in sich selbst zurückgeworfen, da sie alle auf der Fläche senkrecht stehen. Wenn wir die Distanz des strahlenden Punktes von der reflectirenden hohlen sphärischen Fläche  $d$ , den Radius der Krümmung dieser Fläche  $r$  nennen, so ist in allen Fällen die Entfernung des Vereinigungspunktes der darauf fallenden Strahlen, nach der Reflexion von der Fläche

$$x = \frac{dr}{2d - r}.$$

- 1) Alle diese Fälle lassen sich leicht aus dem allgemeinen Reflexionsgesetze (§ 667) ableiten, und es läßt sich durch Bestimmung und Anordnung der Weg der Lichtstrahlen bei der Reflexion bestimmen. Es sey  $p, B$  (Fig. 67) Bild eine concave sphärische reflectirende Fläche,  $L$  das Centrum dieser Kugelfläche,  $CB$  der Radius der Krümmung der Fläche,  $A$  der strahlende Punkt, und  $F$  die Vereinigung von der reflectirenden Fläche  $AB$ . Der Strahl  $AL$  geht durch den Mittelpunkt  $C$  der Krümmung; er geht senkrecht auf der Fläche  $AB$ , und wird also in sich selbst reflectirt. Es  $a$  dem von Strahlen  $AD$  und  $AE$  nach der Fläche, so werden diese unter dem Winkel reflectirt werden, unter welchem sie anfallen. Um gleiches beizubehalten die Einfallswinkel  $\angle D$  und  $\angle E$ , und mache den Winkel  $\angle F = \angle CDA$ , wodurch  $\angle C = F = \angle CEA$ , so sind  $DF$  und  $EF$  die reflectirten Strahlen, die sich in  $F$  vereinigen, und  $F$  ist die Vereinigungspunkt dieser Strahlen. Um nun des Theiles  $AB$  da  $b$   $BF = x$  von der concaven sphärischen Fläche den  $b$  Richtung zu bestimmen, und eine Formel dazu zu haben; so wollen wir sehen, daß der Strahl  $AD$  der Fläche  $AB$  unendlich nahe kommt, oder daß der Theil  $BD$  unendlich klein sey, und  $FB$  wird für  $FD$  und  $AB$  für  $AD$  angenommen werden können. Da die Winkel  $\angle CDA$  und  $\angle CEA$  gleich sind, so  $\angle$  (auf trigon. Verhältnisse)  $AD : DF = AC : CE$ . Da wir nun  $AD = AB = d$ , und  $DF = BF = x$  annehmen, und  $FC = r$  gesetzt werde; so ist  $AC = d - r$ ,  $CE = r - x$ . Wenn wir nun dies in der vorherigen Formel setzt thun, so haben wir das Verhältniß:  $d : x = d - r : r - x$ , welches wir  $d - dx = dx - rx$ , oder  $dx = dx - rx$ , und  $\frac{dr}{2d - r} = x$ , als die gesuchte Progreß erhalten; oder die Entfernung des Vereinigungspunktes  $FB =$

$\frac{AB \times BC}{AB - BC} = \frac{AB \times BC}{AB + AC}$ ; was offenbar die Distanz des Brennpunktes von dem brennenden Gegenstande ausdrückt.

- 8) Wenn  $AB$  oder  $d$ , d. i. die Entfernung des leuchtenden Punktes, so groß ist, daß der Radius  $BC$  der reflektierenden Fläche klein wird, so kann  $AB$  oder  $d$  gegen  $BC$  vernachlässigt werden können; dann vermindert sich die vorige Formel:  $x = \frac{dr}{dr - r}$ .

Im  $\infty$   $\frac{dr}{dr - r}$  greift  $FB = \frac{AB \times BC}{AB} = \frac{BC}{2}$ , oder der Brennpunkt, ist

am die Hälfte des Halbmessers der Kugelfläche von der selben entfernt. Wenn also die Strahlen als parallel angenommen sind, so ist die Entfernung des brennenden Punktes im Verhältnisse mit dem Radius der Kugelfläche fast unendlich groß zu halten, und der Brennpunkt dieser parallel einfallenden Strahlen nach der Achse zu ist  $r$ . Es seien also (s. d. 68)  $GK$ ,  $LE$ , die parallel auf die beide Kugelfläche  $AB$  einfallende Strahlen, so wird der Strahl  $LE$  in sich selbst zurückgeworfen, da er durch das Centrum  $C$  der Kugelfläche geht; der Strahl  $GK$  wird nach  $f$ , und der Strahl  $de$  auch nach  $f$  zurückgeworfen, und der Brennpunkt oder Focus ist, dessen Abstand von der Kugeloberfläche  $CF = CE - r$  ist, wo  $r$  den Radius der Kugelfläche ausdrückt. — Eigentlich kommen nur divergirende Strahlen in einem Punkte  $f$  zusammen, bei der Affixe  $LE$  unendlich nahe sind, die weiter davon entfernten werden sich immer in einem abnehmenden Abstande von  $f$  schneiden. Damit man sich der Sache, weil das parallele Strahlenpaar  $GK - LC$  immer nicht einfallt, wenn man  $KG$  zieht; aber nur von unendlich nahen Strahlen kann man  $KE = KP$  (s. d. 68) setzen; die  $KE$  eine unendlich große, so ist in der That  $KE < KP$ , also auch  $KE < EC$ .

- 9) Es laßt die Distanz des strahlenden Punktes von der reflektierenden Fläche im Radius oder  $AB$  (s. d. 68) größer ist, als der Radius der Kugel, oder als  $BC$ , so kann  $BC$  der Brennpunkt  $F$  der Strahlen innerhalb des Mittelpunktes  $C$  und der reflektierenden Fläche enthalten. Denn wenn  $AB > BC$  (oder  $d > r$ ), so ist  $AB - BC > AB$  (oder  $ad - r > d$ ), weil

$$AB - BC = AB \text{ (oder } ad - r = d). \text{ Da nun } FB = \frac{AB \times BC}{AB - BC}$$

$$\left( \text{oder } x = \frac{dr}{ad - r} \right), \text{ und } EC = \frac{AB \times BC}{AB} \left( \text{oder } r = \frac{dr}{d} \right);$$

so ist auch  $AB < EC$  oder  $r < d$ ; oder die Distanz des Brennpunktes der reflektierten Strahlen ist klein  $r$ , als der Radius.

- 10) Wenn  $AB = BC$  oder  $d = r$  wird, so wird die Formel  $FB = \frac{AB \times BC}{AB - BC} = \frac{BC^2}{BC - BC} = BC$ , oder  $x = \frac{dr}{ad - r} = \frac{r^2}{r - r} = \infty$

vermehrt. Das heißt: Die Strahlen, die aus dem Mittelpunkte

der Kugelfläche gegen dieselbe fallen, werden in sich selbst zurückge-  
worfen, und ihr Vereinigungspunkt ist das Centrum der Kugelfläche  
selbst.

- 6) Wenn der strahlende Punkt im Brennpunkte paralleler Strahlen

(2); oder wenn  $AB = \frac{BC}{2}$ , oder  $d = \frac{1}{2}r$  ist: so wird in der vorigen  
Formel (1)  $AB - BC = 0$  oder  $ad - r = 0$ ; und dann ist der Ge-  
nuss, oder  $FB = \frac{AB \times BC}{r}$ , oder  $x = \frac{r}{2}$ . Es verhält sich

also  $a : BC = AB : \infty$ , oder  $a : r = d : \infty$  folglich ist  $FB$  oder  
 $x = \infty$ . Das heißt: Die Strahlen laufen gar nicht, oder in der  
unendlichen Ferne ausa noch der Reflexion zusammen, oder sie wer-  
den parallel zurückgeworfen. Wenn also (Fig. 69.) BA ein sphäris-  
cher Hohlspiegel, und dessen Radius CE ist, und es befindet sich in  
F in der Entfernung  $\frac{1}{2}r$  von der Brennpunkte, als dem Brenns-  
punkte paralleler Strahlen, ein Punkt oder Punkt, so werden die  
Strahlen FK und FG durch Reflexion KC und GC parallel mit der  
Achse ED.

- 7) Wenn AB oder d (1) kleiner ist als  $\frac{1}{2}r$  oder  $\frac{1}{2}BC$  oder  $\frac{1}{2}r$ ,  
oder  $d < \frac{1}{2}r$ , wenn die Entfernung des strahlenden Punktes von der degen-  
schriebenen Fläche kleiner ist, als der halbe Radius, oder als die  
Brennweite paralleler Strahlen: so wird  $AB$  oder  $x$  in der Formel  
zu einer negativen Größe, und die reflectirten Strahlen werden diver-  
giren, und wieder entfernt in Merkmalen verlängert hinter der re-  
flectirenden Fläche zusammenstehen. Es ist es nach Fig. 69. Es  
sey AF eine sphärische reflectirende concave Fläche; der strahlende  
Punkt sey in a, und seine Entfernung von der Fläche sey kleiner,  
als  $\frac{1}{2}CE$ , oder kleiner als  $FB$ ; es sey von ihm die divergirenden  
Strahlen ag und ah nach der Fläche hin; man ziehe die Einfälle der  
ide Cg und Ch, und nehme die Winkel CgK und ChL so groß als  
 $\angle CgC$  und  $\angle ChC$ ; so sind gK und hL die reflectirten Strahlen, die di-  
vergiren sich und so auseinander führen, als ob sie von dem Punkte  
D hinter der Fläche kämen. Da der Winkel  $\angle gKa < \angle gKa$ , so ist  
auch die Divergenz der reflectirten Strahlen kleiner, als die der ein-  
fallenden.

Divergirende Strahlen werden also bei dieser Reflexion nach der  
verschiedenen größen oder Entfernung des strahlenden Punktes  
von der concaven sphärischen Fläche entweder convergirend (Fig.  
67), oder parallel (Fig. 69), oder in ihrer Divergenz vermindert  
(Fig. 69)

Wenn (Fig. 69.) die convergirenden Strahlen gK und hL auf diese  
Fläche fallen, so werden sie durch Reflexion in d zusammenstehen.  
Denn Reflexion würden sie es in D thun haben. Da nun der Winkel  
 $\angle gKa > \angle hLa$ , so ist ihre Convergenz vermehrt.

§. 674. Wenn die concave reflectirende Fläche die  
Krümmung einer Ellipse hat, und der strahlende Punkt  
steht in dem einen Brennpunkte dieser elliptischen Krüm-

mung, so werden die divergirenden Strahlen durch die Reflexion alle nach dem andern Brennpunkte der Ellipse hingeworfen.

§. 673. Wenn die concave reflectirende Fläche die Krümmung einer Parabel hat, so werden alle Strahlen, welche mit der Achse parallel auf diese Fläche fallen, durch die Reflexion genau in dem Brennpunkte der Parabel gesammelt; und die aus diesem Brennpunkte auf die Fläche gehenden divergirenden Strahlen werden durch Reflexion zu parallelen.

§. 675. Bei convergen reflectirenden sphärischen Flächen verhält es sich mit den n.d.t. senkrecht auffallenden reflectirten Strahlen umgekehrt wie bei den hohlen Kugelflächen (§. 673.). 1) Parallel auffallende laufen nach der Reflexion aus einander, und werden solchergestalt zerstreuet und divergirend. Die reflectirten Strahlen, rückwärts in Gedanken verlängert, treffen in einem eingebil deten Brennpunkte zusammen, der auch um die Hälfte des Halbmessers der Kugelfläche hinter derselben liegt. 2) Convergirende Lichtstrahlen, welche verlängert in diesem eingebildeten Brennpunkte zusammenreffen würden, werden natürlicher Weise von der Kugelfläche als parallel reflectirt. 3) Ueberhaupt wird die Convergenz der darauf fallenden convergirenden Strahlen nach der Reflexion vermindert; und 4) die Divergenz der divergirend darauf fallenden nach der Reflexion vermehrt. Wenn wir den Abstand des strahlenden Punktes von der reflectirenden concaven sphärischen Fläche  $d$ , den Radius ihrer Krümmung  $r$  nennen, so ist die Distanz des Vereinigungspunktes hinter der Kugelfläche

$$x = \frac{dr}{2d+r}$$

Es sey nehmlich (Fig. 70.) da eine concave sphärische Fläche, ihr Centrum  $C$ , der Radius ihrer Krümmung  $AC = r$ . Der strahlende Punkt befinde sich in  $O$ . Der Strahl  $AO$  steht senkrecht auf der Fläche ab, dann verlängert würde er  $C$  oder den Mittelpunkt der Kugelfläche treffen; er wird also in sich selbst gespiegelt. Dieser Strahl  $AO$  der Kugelfläche unendlich nahe falle der Strahl  $Ol$  auf die Fläche.

Man stelle das Einfallslot  $CIQ$ , so bestimmt dies den Winkel  $QIQ$ ; man mache dann den Winkel  $QIK$  gleich  $\alpha$ , so ist der Winkel  $QIK$  gleich dem Einfallswinkel, und  $IK$  ist der Strahl des reflectirten Strahls. Verlangt man, dass ein Lichtstrahl von  $I$  nach  $F$ , so wird er mit dem ebenjenes reflectirten  $QK$  im  $F$  zusammenstreffen, und  $F$  ist also der Brennpunkt der Strahlen in dieser der reflectirenden Fläche.

Man nun eine allgemeine Formel für die Entfernung dieses Punktes zu finden verlangt man, wie bei den anderen sich machen lassen (S. 63 Anm.) sich denken ist. Der Einfallswinkel  $KIQ$  und  $CIQ$  sind gleich; und da  $KQ = OIQ$  ist, so ist auch  $CIQ = CIP$ ; und es ist also  $\angle I$  und  $\angle C$  gleich; und es ist ein gleiches. Da wir den Strahl  $IK$  der Höhe  $AI$  anwendet haben können, so können wir auch  $IK = AI$  und  $IK = AI$  setzen. Also aber ist die Abstand des leuchtenden Punktes von der Fläche  $AB$  und  $CD$ . Es sey ferner  $AK = r$ , und die Entfernung des Brennpunktes  $AI = x$ ; so ist  $IK = d + r$ ,  $IF = AI = x$ ,  $CF = x - r$ . In dem rechtwinkligen  $ICQ$  ist  $IQ = CI = \sin CIP$  (oder  $\sin QIP = \sin CIP$ ). Ferner ist in dem Dreieck  $CIQ$ ,  $IF = CI = \sin ICP$ ,  $\sin CIP$ . Es ist ferner noch  $IK = CI = IF$ ,  $CF$ . Es ist ferner mit Hilfe den angenommenen Werth dieser Ausdrücke, so dass man mit  $d, d + r = x - r - x$ . Hieraus erhalten wir  $d - d + r = d + r$ , und  $x = \frac{dr}{d + r}$ , oder  $FA = \frac{AO \times CI}{AO + CI}$ .

Man sieht leicht, daß der Brennpunkt immer innerhalb des Centrum  $C$  und der Fläche  $AB$  fallen muß, der Werth von  $d$  oder  $AI$  was werden, wie er sich ändert, er nur positiv bleibt, welches, wenn  $C$  ein reelles ständiger Punkt bleibt, nicht anders sein kann. Die convexe ist, wenn  $C$  auch haben also nur einen einzigen Brennpunkt. Wenn die Strahlen nicht als convergirende und parallele Strahlen der Fläche  $AB$  kommen, wie wir wollen. Sind  $AO$  oder  $d$  unendlich groß im Vergleich mit  $r$ , oder werden die einfallenden

Strahlen mit der Fläche parallel, so ist  $\frac{r}{d} = \frac{r}{\infty} = 0$ , und

die reflectirten Strahlen, und vort in Schäften versammelt, treffen in der Höhe des Halbmessers der Kugelfläche hin er derselben zusammen (S. 64), und dann heißt  $F$  eigentlich der eigentliche oder reelle Brennpunkt. Wenn die Strahlen nicht als convergirende, sondern als parallel zum Perpendikel zu queren sind, wie in  $IK$  (Fig. 71), so werden sie durch Reflexion ja parallel.

Da die Convergenz der Strahlen noch abnimmt, so daß sie noch vor dem Perpendikel der parallelen Strahlen zusammenstreffen, wie (Fig. 70)  $IK$  und  $CI$ , so wird, da sie wenigstens in der Convergenz vermindert, denn  $IOA < RPO$ .

„Der von Mailes gemachte Entdeckung zu Folge, wird das von der Oberfläche der Kugel reflectirte Licht polarisirt, d. h., in einem nach abweichenden Richtungen fortwährende Eigenschaften gleiches, ohne dabei verändert zu werden, wenn es unter einem, für jede beliebige reflectirte Welle  $\alpha$  aus bestimmtem Winkel einfallt. — Ferner werden auf diese und die durch verwandten mathematischen Eigenschaften des Lichtes späterhin zurückzuführen.“

§ 677. Eine jede Fläche, welche recht glatt oder polirt ist und das Licht ordentlich reflectirt, heißt ein Spiegel (Speculum). Jeder sichtbare Körper reflectirt zwar das Licht, weil er sonst nicht sichtbar wäre: aber weil die Theilchen gegen einander eine sehr unregelmäßige Lage haben, so reflectiren sie das Licht nicht ohne Verwirrung, und es thut nicht ein Punkt, wie der andere, was ein eigentlicher Spiegel thun muß.

§ 678. Indessen gibt es keinen vollkommeneren oder mathematischen Spiegel, dessen Oberfläche gar keine Unebenheiten oder Vertiefungen hätte. Ein solcher Spiegel würde nicht sichtbar seyn, sondern an seiner Stelle die Bilder der Körper, vor welchen er Erleuchtung erhält.

§ 679. Die Materialien, woraus die Spiegel zum optischen Gebrauch verfertigt werden, können mancherley seyn. Man wählet aber dazu gewöhnlich solche Stoffe, deren man nicht allein eine bequeme Gestalt leicht geben, sondern deren Oberfläche durch Schleifen und Poliren ganz genug gemacht werden kann. Das Glas läßt sich zwar sehr fein und glatt reiben und durch Belegung auf der andern Seite völlig undurchsichtig machen, aber es wird auch wegen der dadurch entstehenden verdrehten Abbildung der Sachen nicht vorzuziehen. Eigentlich sind alle gläserne Spiegel Metallspiegel, denn die Metallfläche der Belegung ist es eigentlich. Die metallenen Spiegel würden sehr Vorzüge haben, wenn man sie nicht aus unedlen Metallen zu machen durch die Umstände genöthigt wäre, wo sie aber dem Ansehen an der Luft und durch Dünste ausgesetzt sind. Das reine Platin würde in dieser Rücksicht alle Vorzüge in sich vereinigen, da es hart genug ist, um eine feine Politur anzunehmen, ohne dem Anlaufen an der Luft unterworfen zu seyn. Silber und Gold nehmen wegen ihrer Weiche nicht Politur genug an. Indessen überziehet man doch auch andere harte und polirte Körper mit Blattgold oder Blattsilver, und gibt ihm durch Poliren die Spiegelgestalt.



**Kennzeichnung, die besten Compositum zu den verschiedenen Polaren der Edelsteine zu machen, von J. Mudge, a. d. p. 1777. vermehrt. Vol. LXVII. P. 1. S. 248.** Diese in den Samml. zur Phys. und Naturgesch. B. I. S. 334. — „Ueber verschiedene Compositum zu Mineralien vergl. Pfeiffer a. g. Chem. II. und D. Grottoisverhand. B. II. und III.“

Des Glas, das zu Optiken genommen wird, muß auf der hinteren Fläche eben so gut, als auf der vorderen, und zwar noch genauer als letztere und polirt seyn, weil die d. v. Fläche eben wegen der Zurückstrahlung von dem Metalle der Polirung das Licht verliert nach d. L. 1. 2. 4. Diese Art Glasfläche rund und uneben, so ist es auch das darauf liegende Metall, und dann wird die Nachstrahlung der Zurückstrahlung gehindert. Wenn also das Glas sehr durchsichtig ist, so ist es doch nicht in allen Punkten durchsichtig, es weist allerdings einen Theil des durchsichtigen Theils von der vorderen Fläche nach von der inneren Fläche zu. Daher so weit als die vordere Fläche der gläsernen Scheibe, und macht Bilder, welche weit schwächer, als die hintere brennende Fläche. Diese Bilder bedecken sich zwar einander, was nicht nicht vollkommen, und der weit kleinere gleich der Eindring des weit lebhaftern Lichtes von der hinteren Fläche vermischt den der weit schwächeren von der vorderen Fläche; immer aber entsteht doch dadurch eine Unbestimmtheit, die besonders an den Rändern und Ecken der Bilder wahrnehmbar ist. Diese gläsernen Optiken sind aus der ersten besten Ursache, der Unreinheit gleichen Umständen, nicht so gut, als dünnere. Der beste dünnere Bild von gläsernen Optiken ist sich am besten an einer durchsichtigen wahrnehmen, die daher ist, wenn man von der Seite gegen den Spiegel sieht.

§. 680. Eben weil kein Spiegel ein vollkommener Spiegel ist, so wird auch bei der Reflexion von demselben immer ein Theil des Lichts zerstreut, und geht solchergestalt für die regelmäßige Zurückstrahlung verloren. Dieser Theil ist desto größer, je unvollkommener der Spiegel ist.

Preis von Kumpford fand durch seine photometrischen Versuche den Lichtverlust bei der Reflexion von beiden Kammerlinsen 4. einem Planspiegel 0,3608 der ersten darauf stehenden Lichtstärke; bei einem ganz gemeinen Wandspiegel gar 0,8116 (a. a. O. S. 47.)

§. 681. Günstig sind die Spiegel in Rücksicht ihrer Figur entweder ebene Spiegel (*Specula plana*) oder krumme Spiegel (*Specula curva*); die letztern entweder concave (*Specula convexa*) oder concave (*Specula concava*), und zwar nach der Verschiedenheit ihrer Krümmung entweder sphärische oder ellipthische, parabolische, hyperbolische, cylindrische, conische. Von der Zurückstrahlung



lung der Lichtstrahlen von diesen Spiegeln gilt alles das, was wir oben von den reflectirenden Flächen gesagt haben.

§. 682. Wenn vor einen vertical stehenden Planspiegel (§. 681.) ein erleuchtetes oder leuchtendes Object gestellt wird, so sieht das Auge das Bild dieses Gegenstands des (Imago objecti) hinter dem Spiegel; und zwar sehen wir das Bild eines Punktes in diesen Planspiegeln da, wo der rückwärts verlängerte reflectirte Strahl die Perpendikellinie vom Punkte auf und durch den Spiegel gezogen durchschneidet; oder eigentlicher: wir sehen jeden Punkt des Objects hinter dem Spiegel da, wo die reflectirten Strahlen von zwey einfallenden divergirenden des Punktes rückwärts verlängert sich durchschneiden. Denn hier kommt die Spitze des veränderten Lichtkegels zu stehen, welcher seine Grundfläche auf der Pupille unsers Auges hat.

Es sey (Fig. 79.) C ein strahlender Punkt vor dem Planspiegel AB. Er sendet Lichtstrahlen nach allen Richtungen von sich her: es sey also auch unter andern ein Strahl Ch auf den Planspiegel in h, und ein Strahl Cf in f auf, die wir als die äußern des Strahlenkegels hief auslehen wollen. Beide Strahlen werden unter eben dem Winkel reflectirt, unter denen sie auftraten; und der Strahl Ch wird nach g der Strahl Cf nach i geworfen. — gh sey die Pupille des Auges, die die Grundfläche des beobachteten Strahlenkegels abgk emittirt. Verlangern wir die reflectirten Strahlen hg und hi rückwärts hinter dem Spiegel, so schneiden sie sich in v, und hier ist der Ort des Bildes. Es entspricht nemlich das Auge dem Strahlspiegel, der von dem Spiegel zurückgeworfen wird; eben so, als ob seine Spitze in f wäre, und es akkurat das Organ eben so, und nicht anders, totallich ergreift sich in uns das Licht, als ob der strahlende Punkt in f wäre, oder wir sehen den strahlenden Punkt nach i. h. a. Da die Divergenz der Strahlen von ebenen reflectirten Flächen nicht geändert wird (§. 671.), so werden auch die hinter dem Spiegel verlängerten reflectirten Strahlen nicht früher oder später sich schneiden, als hg und hi rückwärts genommen; oder die Convergenz derselben in v wird dieselbe seyn, als die Divergenz der einfallenden in C war: selbich ist es so weit hinter dem Spiegel, als C. davor ist, und der Ort des Bildes ist da, wo die rückwärts verlängerten reflectirten Strahlen von zwei divergirend einfallenden eines strahlenden Punktes sich durchschneiden würden.

Ob wir auch dem strahlenden Punkte C die Perpendikellinie ziehn auf den Planspiegel AB, und verlängern sie hinter dem Spiegel. Die reflectirten Strahlen gh und hi, ebenfalls hinter dem Spiegel verlängert, durchschneiden jene Perpendikellinie in f. Da die bey a recht

Winkels Dreieck Cab, Fab die Seite ab mit einander gemein haben, und der Winkel abf. = bfg. (Caa: so ist auch af = ac, oder der rechte Winkel Cab der Winkel der seiner Verlängerung das Perpendikel Caa: so ist am Punkte f, der so weit hinter dem Spiegel ist, als der strahlende Punkt: davor liegt. Eben dies gilt von jedem andern von C kommenden reflectirten Strahle, wie so. Hier in F ist also der Ort des Bildes vom Punkte c; so geht man auch fort: Der Ort des Bildes hinter dem Plan Spiegel ist da: wo die Perpendikel Linie vom strahlenden Punkte auf den Spiegel gezogen, und dahinter verlängert, vom entgegengesetzten Strahle durchschritten wird.

Diese letzte Regel konnten die alten Optiker haben. Sie zeigt auch undeutlich den Grund an, warum das Auge das Bild des Punktes c in F sieht. und ist also im Grunde nur eine Artregel, dem Ort des Bildes im Plan Spiegel durch die Augen zu deuten. Das ist es, was man, wenn man das gleiche Wort von dem Bild (Dero vom Object) aus sagt, an: (Caa: so ist g.) das ist ganz deutlich auszuweisen. Sie lässt sich auch auf folgende Weise anwenden, da die Regel der Augen nur für Plan Spiegel da ist.

Da man ursprünglich auch die selbe schattige Artregel ansehen können, wenn man es unendlich weit ist, so lässt sich auch die eben (h. v. g.) angeführte allgemeine Formel für den Brechungsindex auch bei reflectirten Strahlen anwenden. Da nämlich  $n = 1$  gesetzt

$$\text{wird, so verandelt sich die Formel } z = \frac{1}{2} \frac{d}{z} \text{ in } \frac{d}{z} =$$

$-d$ . (h. v. g.) ist also gleich  $ac$ , und steht wegen des negativen Zeichens hinter dem Spiegel, oder der reflectirten Linie an werden, entgegengesetzt verstanden, in eben der Distanz hinter dem Spiegel, voraus, als der Punkt der Entstehung vor dem Spiegel steht.

h. v. g. Es lässt sich heraus leicht darstellen: 1) Warum das Bild im Plan Spiegel eben so weit dahinter ist, als das Object davor steht; und warum jenes sich diesem nähert, so wie dieses dem Spiegel näher rückt; 2) dass das Bild dem Objecte gleich und ähnlich seyn müsse; 3) dass die rechte Seite der Objecte im Bilde links, die linke rechts erscheinen müsse; 4) warum alle Personen das Bild des Objectes hinter dem Spiegel an einem und eben demselben Orte sehen; 5) warum die Bilder nicht die Deutlichkeit oder Stärke des Lichts haben, als die Objecte selbst; und 6) warum ein Spiegel, worin ein Mensch sich ganz sehen soll, nur halb so groß und breit zu seyn braucht, als der Mensch.

- 1) Der erste Satz ergibt: a) der Ort, zum Voraus h. v. g. Der zweite Satz ist der h. v. g. dass man sich der Plan Spiegel die Distanz der verschiedenen Strahlen nicht ändert, so ändert er die von den verschiedenen strahlenden Punkten, deren Stellung gegen einander

die Figur des Object's bestimmt, auf ihn stehenden Lichtstrahl eben so  
 den der Reflexion zum Vortheil, als wie sie sich von dem Objecte selbst  
 empfangen würde, wenn das Object ohne den Spiegel eben so weit  
 vom Auge entfernt wäre, als die Spitze des reflectirenden Winkel's  
 seine Qualität vom Auge ist. 4) Der dritte Satz ist auch auch das  
 aus, daß 3. B. das Licht anderer Farben, wenn der aus dem Objecte  
 und direct entgegengesetzt, daher unsere rechte Hand im Ueber das  
 linken Handen muß, nehmlich weiter in die Ferne, als von der Hand auf  
 andere Objecte beschieden. 5) Der vierte Satz ist eine Folge der Natur  
 des Licht's, und wenn das Licht an einem Orte steht, so ist es  
 für alle die einzelnen Lichtstrahlen, die vom Objecte aus dem Spiegel  
 gel, und von da zu den einzelnen Augen kommen, den der Winkel  
 zwischen der reflectirten Strahlen zum dem Spiegel besteht, und  
 Schnittpunkt der Strahlen ist, die vom Objecte aus den Spiegel  
 gelassen und dort, wo sie Licht werden können, oder der Ort des Licht's  
 des Lichtes vorerhöhet. 6) Der fünfte Satz ist aus der Unveränderlichkeit  
 kommenheit aller anderer Spiegel 3. B. 1. welches verursacht wird,  
 daß wegen der vielfachen, obgleich unvollständigen, Reflexionen und  
 Erhöbungen nicht alles auf den Spiegel vom Objecte stehende Licht  
 genau eben so wieder ins Auge reflectirt werden kann, als es das  
 Auge vom Objecte selbst erhalten würde, so daß ein 2ten anderer  
 weichen getrennt wird. Auch wird wohl noch der unvollständigen Na-  
 tur der Lichtstrahlen mehr oder weniger Licht reflectirt, oder ver-  
 loren seine Eigenschaften und Strahlung. 7) Der sechste Satz ist  
 sich durch Beobachtung leicht beweisen. Es ist 3. B. 1. 15. 1. 16. ein  
 vertical stehender Planspiegel, vor welchem ein Object vertical steht.  
 Die Linie CD ist die horizontale Höhe einer Person vor, deren Aus-  
 sehn O ist. Man braucht hier nur die Lage der Bilder des Object's  
 und untersten Punktes von CD zu bestimmen. Es geht von C  
 ein Strahl CX nach dem Spiegel, der unter eben dem Winkel ins  
 Auge reflectirt wird und nachher ins Auge gelangt. Dieser Strahl ge-  
 rathet verlangsamt, durchschneidet das Fensterloch LM, und  
 hier ist also der Ort des Bildes von C. Wenn man den Punkt D  
 nach ein Strahl von D nach L auf den Spiegel, und gelangt nach  
 Reflexion von L nach O ins Auge; und hier verlangsamt, reflectirte  
 Strahl durchschneidet das Fensterloch LM, so daß das Auge  
 das Bild von D sieht. Was von diesen beiden Augen Punkten  
 des Object's gilt, gilt auch von allen dazwischen liegenden, und das  
 Auge sieht das ganze Object im Bilde ab. Der Raum, den Licht  
 durch den Abseil des Spiegels ab, der zwischen g und h liegt, zur  
 Reflexion der Strahlen, die von CD nach dem Spiegel kommen,  
 und ins Auge O gelangen sollen, bezeichnet, ist aber nur 1. B. 1. weil  
 1. CD, und LM, und LM, und LM, und LM, und LM, und LM, und LM,  
 was von der Höhe des Object's gilt, gilt auch von der Breite, und  
 bezeichnet den letzteren Entfernungen.

§. 68.1. Ferner läßt sich daraus beweisen, warum  
 in einem Planspiegel, der unter einem halben rechten Win-  
 kel gegen den Horizont geneigt ist, die Bilder von horizon-  
 tal darunter liegenden Objecten aufrecht und perpendicular,  
 die von perpendicularen aber horizontal erscheinen.

## Der Perspektivkasten.

Es sey (Fig. 74)  $AB$  ein Planspiegel, der unter einem halben rechten Winkel  $\angle BAC$  gegen den Horizont  $AB$  gestellt ist:  $DE$  sey ein vorzügliches leuchtendes Object vor dem Spiegel gestellt. Von dem Punkte  $E$  geht ein Lichtstrahl nach dem Punkte  $F$  in  $AB$ , und wird reflectirt nach  $G$ . Man ziehe von  $E$  die Perpendikulare auf den Spiegel und verlängere sie hinter dem Spiegel, bis man verlängerte auch den reflectirten Strahl so miteinander hinter dem Spiegel, so schneidet er die Perpendikulare in  $H$  in  $e$ , und hier ist der Ort des Bildes vom Punkte  $E$ . Eben so fällt von  $D$  des Objectes ein Strahl  $AB$  nach dem Spiegel, und wird von  $B$  nach  $I$  reflectirt. Man ziehe auch von  $D$  die Perpendikulare hinter den Spiegel, und verlängere den reflectirten Strahl so miteinander, so schneidet er die Linie  $BA$  in  $d$ ; und hier ist der Ort des Bildes vom Punkte  $D$ . Weil nun den beiden äußeren Punkten  $D$  und  $E$  alle, aus von allen dazwischen liegenden, es entsteht also ein vertical stehendes Bild de eines horizontal liegenden Objecte  $DE$ .

Man sieht, wenn da das Object ist, so ist  $DE$  das Bild davon; und vertical stehende Objecte bilden sich also horizontal gegen ab.

Wie in einem solchen Spiegel eine Kugel auf einer geneigten Ebene hinunter sinket: so die Höhe zu geringer scheint?

Muschenbroeck introduct. T. II. §. 1599.

§. 685. Ingleichen, warum in einem horizontal liegenden Planspiegel die Objecte darüber oder darunter verkehrt, das Obere unten und das Untere derselben oben sich abbildet.

Probleme hierzu: Es sey (Fig. 75)  $AB$  ein horizontal liegender Planspiegel, auf welchem das Object  $DE$  vertical steht. Das Auge befindet sich in  $a$ , so wird der Strahl, der von  $D$  nach  $a$  auf den Spiegel fällt und von da unter eben dem Winkel reflectirt wird, nach  $b$  ins Auge gelangen. Man verlängere diesen reflectirten Strahl hinter dem Spiegel, und verlängere auch die Verticallinie von  $D$  auf dem Spiegel, bis sie sich beide in  $d$  schneiden, so ist  $d$  das Bild des Punktes von  $D$ . Der niedriger liegende Punkt  $E$  des Objectes wird, weil man auf eine ähnliche Art finden kann, sein Bild in  $e$  machen. Es entsteht nun von allen Punkten des Objectes  $DE$  die Bilder derselben zwischen  $d$  und  $e$ , und es stellt sich also im Ganzen ein umgekehrt stehendes Bild de des Gegenstandes  $DE$  dar.

§. 686. In Planspiegeln, die schief gegen einander gestellt werden, erscheinen die Objecte dazwischen vervielfältigt, wegen der vervielfältigten Reflexion; und zwar erscheinen sie so oft, weniger eins, als der Winkel, den die Spiegel mit einander machen, in 360 Graden enthalten ist. In parallel gegen einander über stehenden Spiegeln erscheint das Object, das gerade zwischen beide gestellt wird, unendlich mal.

Hier

Hierher gehören die Winkelspiegel, die noch vor einem Buche ge-  
druckt worden sind. Das Bild eines beliebigen gestellten Gegenstandes  
des, erscheint bey einem Winkel der Spiegel

von 100 Graden 2 mal,

90	.	8	.
75	.	6	.
60	.	5	.
51	.	4	.
45	.	3	.
40	.	2	.
30	.	1	.

90 . 8 . u . f . w .

Es seyen (Fig. 76.) zwey Planspiegel AC und BC unter einem Win-  
kel ACB = 45 Gr. an einander gefügt. Das Auge U sey selbst der strah-  
lende Punkt und befinde sich zwischen den Spiegeln, so sieht es sich an  
den Stellen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 hinter den beiden Spiegeln, und zwar  
in einem Kreise, dessen Radius UC und dessen Mittelpunkt C ist. Das  
Auge U bildet sich hinter dem Spiegel AC in 1 ab, eben so weit dar-  
hinter, als es davor ist, so auch hinter dem Spiegel AC in 2. Jedes  
dieser Bilder können wir wieder als ein Object in Rücksicht des gegen-  
überstehenden Spiegels betrachten, hinter dem es sich so weit wieder  
abbildet, als es davor ist. Es bildet sich also 1 hinter dem Spiegel  
AC in 3, 2 hinter dem Spiegel AC in 4, 3 hinter dem (bis 2 verlan-  
gerten) Spiegel BC in 5, 4 hinter dem (bis 3 verlängerten) Spiegel  
AC in 6, 5 hinter AC in 7 ab; das Bild von 6 ist mit dem von 7 eins,  
oder fällt damit zusammen, und 7 liegt in der geraden Linie, die von  
U durch den Mittelpunkt des Kreises C oder den Winkel der Spiegel  
gehet, und kann sich also auf seinem Spiegel weiter  
abbilden.

Die Bilder des einen Spiegels sind freylich keine Objecte für den  
andern Spiegel in der That, und die in Gedanken verlängerten Spie-  
gel Ca und Cb können keine Bilder wirklich machen, wie wir aus dem  
der mehreren Lichtstrahl wegen die Sache vorgethelt haben. Der wahre  
Grund der Vielfachheit der Bilder liegt in der verschiednen Reflexion  
des Lichts zwischen diesen Spiegeln, und darin, daß wir da ein Bild  
des Punktes hinstellen, wohin die Spitze des verlängerten Lichtspiegels  
kommen muß, dessen Grundfläche die Pupille unseres Auges ist. Um  
dies näher zu erläutern, wollen wir aus zwey Spiegel AC und BC  
(Fig. 77.) vorstellen, die unter dem Winkel von 70 Gr., BCA, an ein-  
ander gefügt sind, und worin sich also das Object viermal abbilden  
werd. Das Object sey in F, die Pupille des Auges in 1, das nun das  
Bild von F in 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

wieder von  $a$  nach der Stelle in  $l$  zurückstrahlt, und so ins Auge kommt, daß er bei der Betrachtung wie eine Linie in  $z$  sehen muß, oder  $a$   $b$  es er von  $q$  herstrahlte. Das Bild in  $z$  entsteht auch nicht defocatus, weil sich das Bild hinter dem verminderten Spiegel  $AC$  so weit abbildete, als es zuvor ist, so fern weil ein Strahl erstens von  $F$  nach  $aa$ , von da durch Zerstückelung nach  $m$ , und von da durch Zerstückelung nach der Pupille in  $t$   $ac$  geht, und nun so ins Auge kommt, als ob er von  $q$  herstrahlte oder hier seine Höhe hatte. — Alle andere Strahlensysteme, die von dem betrachteten  $t$  nach beiden Spiegeln gehen, so fern nach den Zerstückelungen das  $aa$   $ac$   $cc$ , so laufe es in  $t$   $sp$  — Es  $q$  es nun in allen andern Fällen d. der Spiegel.

Kaehler de multiplicatione imaginum ope duorum speculorum planorum, in den dissertationibus mathematicis et phys. II. S. 8. Muschenbroeck in: ad. ad phys. mit. T. I. 44. 1733. — 446.

Hieraus leitet auch die Einrichtung der Spiegelkammer, Spiegelkabine und Spiegelkisten.

Gehler's physikal. Wörterbuch, Bd. IV S. 177 ff.

Von Abbildungen in Spiegeln, die einen spitzen Winkel mit einem  $aa$  bilden, s. Muschenbroeck a. a. O. S. 177.

„Hierher gehören auch die sogenannten Gespiegel, Strahlenspiegel und die Balindespiegel (Zylinder, kugelförmige oder Traufespiegel etc.), welche letztere verhältnißmäßig als Trichter, Teleskope und Strahlenspiegel zu betrachten sind. (Vergl. Brauner's u. A. Bemerk. in Gehler's Lexikon. Bd. I. S. 34. u. ff.)“

§ 687. Vermittelt der durch Planspiegel reflectirten Lichtstrahlen können daher auch Gegenstände betrachtet werden, wenn auch die gerade Linie zwischen diesen und dem Auge von undurchsichtigen Körpern unterbrochen wird.

Man unterscheidet: 1) das Perisperm, durch ein dickes Brett zu sehen, oder das Linsenperisperm (lunus speculatus). Gehler's phys. Wörterbuch Bd. IV S. 443 ff.

2) Das kyrtische Perisperm, bei Wallander, Oxygonischer Perisperm (oxygonus). Muschenbroeck a. a. O. S. 177. Gehler a. a. O. Bd. III S. 333.

§ 688. Aus der Reflexion der Lichtstrahlen von den kugelförmigen (§. 672 — 676.), und aus dem Satze, der auch auf krumme Spiegel anzuwenden ist: daß das Bild eines strahlenden Punktes in einem Spiegel da liegt, wo von gleich unendlich nahe einfallenden divergirenden Strahlen die reflectirten sich durchschneiden (§. 682.), läßt sich nun auch bestimmen, wie die sphärischen Spiegel Bilder machen.



§. 689. Man kann hieraus leicht finden:

- 1) Warum ein Gegenstand in einem hohlen Kugelspiegel gar kein Bild macht, wenn er sich im Brennpunkte des Spiegels befindet;
- 2) Warum das Bild aufrechtes hinter dem Spiegel und größer als der Gegenstand erscheint; wenn sich dieser zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel befindet;
- 3) Warum das Bild um desto weiter hinter dem Spiegel, und desto größer erscheint, je näher der Gegenstand nach dem Brennpunkte des Spiegels zurücktritt;
- 4) Warum die Bilder verkehrt und vergrößert werden, und ein Luftbild darstellen, das weiter vom Spiegel fällt, als der Gegenstand davor ist, wenn der Gegenstand zwischen dem Brennpunkte und dem Mittelpunkte der Kugelfläche steht;
- 5) Warum das umgekehrt stehende Luftbild Größe und Entfernung des Gegenstandes erfängt, wenn der Gegenstand im Mittelpunkte der Kugelfläche steht;
- 6) Warum diese umgekehrten Luftbilder kleiner werden und dem Spiegel näher legen, als der Gegenstand, wenn der Mittelpunkt der Kugelfläche zwischen dem Gegenstand und dem Spiegel fällt;
- 7) Warum endlich das Object, bey manchen Stellungen, im Spiegel verzerrt dargestellt wird, weil nemlich die Entfernung und Lage der Punkte des Objects oft ein ganz anderes Verhältniß haben, als die Entfernung und Lage ihrer Abbildungen.

*Neufchendrock o. d. D. 2011 — 2023.*

- 1) Es sey (Z. a. 73) ein sphärischer Hohlspiegel, sein Centrum C, sein Brennpunkt F; und in diesem Brennpunkte habe ein Strahlender Punkt: so wird der Strahlenspiegel Fgh bey der Reflexion zum Punkte leuchtender, und also vom F divergirend ausfallende Strahlen werden zu paraden (S. 673). Das Auge in Q oder sonst wo, das einem solch





und E. „Steht aber ein Auge rechts hinter  $d$  in einer zum deutlichen Sehen erforderlichen Entfernung, und man sieht von ihm nach zwei entfernten Punkten des Spiegel  $a$  und  $b$  gerade hinaus, so wird es von dem Bilde  $d$  so und sehen, als zwischen diesen Punkten enthalten ist.“

„Der Gegenstand mit dem Spiegel concentrisch zu stehen, ist ohne Nutzen, und die Zeichnung seiner Abbildung in der Figur unrichtig, denn es müßte ein aus  $a$  beschriebener Kreisbogen sein. Man kann diese Bemerkungen auf Fig. 79, 80, 81, 82 anwenden. §.“

- h) Wenn DE (Fig. 80.) nach C vom Spiegel zurücktritt und endlich in  $a$  ankommt, so tritt das umgekehrte Lichtbild  $d$  dem Spiegel näher, wird kleiner, und würde endlich dem Gegenstande gleich und ähnlich, obgleich umgekehrt, sein, wenn alle seine strahlenden Punkte so weit vom Spiegel entfernt wären, als C, in welchem Fall DE nur ein Punkt seyn müßte.

„Zacharia's Bemerk. über das Lichtbild, welches der sphärische Hohlspiegel zeigt. Gilbert's Ann. XLVL S. 515. 2r.“

„Untersuchungen über Archimedes's Brennspiegel, von von Capellen & A. D. LIII. S. 343 u. f. 2r.“

- i) Wenn das Object DE (Fig. 81.) so weit vom Spiegel ab steht, daß das Centrum des Spiegels C zwischen demselben und dem Spiegel ist, so werden die divergirenden Strahlen der Strahlenkegel Ugh und Lkh, die von dem obersten und untersten Punkte D und E gegen den Spiegel fahren, durch die Reflexion auch zu convergirenden, die in  $a$  und  $d$  zusammenfahren. Da sich die Strahlenkegel noch der Reflexion durchsetzen, so machen sie ein umgekehrtes Bild  $d$  des Gegenstandes DE, und zwar liegen die äußersten Punkte  $a$  und  $d$  im Bilde einander näher, als D und E im Object; das Bild ist also so verkleinert. — Wichtiges hat es mit diesem Bilde wieder oben die Veranschaulichung in Aufhebung seiner Betrachtung, als im vorr. Hefte (S. 44). Ein Auge in  $a$  oder  $d$  empfangt nur die Folgen der Strahlenkegel, nicht ihre Grundfläche. Das Bild  $d$  wird also nur dann sichtbar, wenn  $d$  da, wo die Vereinigungspunkte der reflectirten convergirenden Strahlen hinfallen, eine reflectirte Fläche ist, die diese Licht abzuwickeln nicht als divergirende zurückstrahlen kann. Da ein strahlender Punkt des Object nicht bloß einen Lichtkegel zum Spiegel sendet, sondern auf jeden Punkt des Spiegels Lichtstrahlen vom leuchtenden Objecte senden, so strahlt auch z. B. von E (Fig. 81.) nicht bloß der Keil Lkh auf den Spiegel, sondern auch der Keil Lkm. Ist nun das Auge in Q, so empfängt es nicht abseits von dem Vereinigungspunkte der reflectirten Strahlen  $a$  oder  $d$ , sondern auch von dem der reflectirten Strahlen  $a$  einen Strahl  $Qa$ , dessen Grundfläche die Pupille des Auges, und deren Spitze in  $a$  und  $d$  ist. Es läßt sich erklären, wie das Auge in  $a$  das Bild von DE sehen könne.

Dessen ungeachtet ist der Zustand allerdings wahr, daß ein Auge die Vorder der Gegenstände, die weiter vom Spiegel abtreten, als der Rücken des ihnen zugehört, und die dem Spiegel sichst-pal gegen den, auf dem Spiegel Licht abgibt machen können sehen, ein Bild, wenn, das aus dem bisher Vorgetragenen nicht zu erklären ist,

vielleicht einen Hohlkehlstein zum Grunde hat, und es von neuem behauptet, daß wir aus mehreren Umständen, als aus dem Scheitel der Erstrahlenkegel, die ich in der Ecke der Mercurkugel bezeichnen.

„Das Auge erblickt alle Bilder, welche durch sphärische Spiegel vor dem Spiegel schwebend entstehen, sie können innerhalb oder außerhalb der Mitte punctis der Kugel sein, gleichsam auf dem Spiegel schwebend, oder wohl gar als hinter demselben, welches allem die 4. ein optische Versuch ist, dessen Vollendung aber nur wenig Schwierigkeit hat. In welchem ein Auge zwischen hinter od. (S. 40), und man sieht von ihm eine Anzahl nach dem Punkt der Peripherie des Spiegels treten, so erblickt es von od. nur so viel, als innerhalb des dahinter begrabenen Gegenstandes liegt, also vermindert sich die Fragmente der Mercurkugel, und diese verliert. Von Wund der, daß es bei der Beobachtung in der Natur, sich nur diesen Gegenstand: weil oder hinter der Erzeuger steht, als in der Natur schwebend vorgetragen, so entsteht da das Bild der die Erscheinung des Bildes des durch nachher ist.“

*Remar de ob, cell in speculo sphaerico est magnitudinis apparente, in den comment. nov. Goussier. T. VIII. 1777.*

§ 690. Ingleichen läßt sich davon die Anwendung auf ebene Kugelspiegel machen, und daraus finden:

- 1) Warum das Bild eines Gegenstandes aufrecht, und kleiner als derselbe, hinter dem Spiegel erscheint;
- 2) Warum das Bild um desto mehr verkleinert wird, je kleiner der Halbmesser der Kugelfläche ist;
- 3) Warum das Bild nie weiter hinter seiner Fläche erscheint, als um den vierten Theil des Durchmessers des Spiegels;
- 4) Warum endlich auch das Bild des Gegenstand verzerrt ist, wenn der Gegenstand eine ungleichliche Lage gegen die Spiegelfläche hat.

*Misclenroch a a L. II. 1598 — 1806.*

- 1) Da der imaginäre Brennpunkt der von den Strahlen dieser Art e. h. durch den Brennpunkt des Spiegels, oder der Strahlenkegel, den von der Mitte der Kugel des Spiegels ist, als ein hinter dem Spiegel liegt § 670, so muß auch das Bild der Gegenstände hinter dem Spiegel entstehen. Es ist (S. 40) ein entfernter Punkt der Kugel, der das Object, das mit dem Spiegel gleiche Abstände hat, C der Brennpunkt des Spiegels, D sein imaginärer Brennpunkt. Das Auge befindet sich in Q. Es empfängt durch Licht an die Lichtkegel, die von der Mitte des äußeren Punktes F und D des Spiegels, und hinter das Bild desselben in A. Da die Distanz der Strahlen von der Distanz von diesen Flächen entfernt wird, so laufen sie

auch rückwärts hinter dem Spiegel verläuft, so daß die in  $e$  und  $c$  sind größer, als die in  $b$  und  $d$ . Die  $e$  und  $c$  liegen also näher bey einander, und das  $b$  ist kleiner, als der Gegenstand.

- 2) Je kleiner der Abstand der Gegenstände vom Spiegel ist, desto länger ist der Abstand des Bildes ausserhalb des Spiegels, desto näher dem Gegenstand. Oder, jeann  $x$  kleiner wird, so wird in der Formel:

$$x = \frac{d^2}{d + 1} = x \text{ (f. 675)}, \text{ auch leicht } x \text{ als Wert abnehmen.}$$

Die rückwärts verlaufenden reflectirten Strahlen werden also, den gleichen Sinn als der Gegenstand vom Spiegel. desto näher zusammen streben; die Gegenstände werden desto näher bey einander liegen, und das Bild desto größer erscheinen.

- 3) Je weiter der Gegenstand vom Spiegel entfernt, oder je größer  $d$  in der Formel.  $x = \frac{d^2}{d + 1}$ , wird, desto größer wird  $x$ , oder der

Abstand des Vereinigungspunktes der rückwärts verlaufenden reflectirten Strahlen vom Spiegel; aber es kann nie  $x$  größer werden, als  $d$ , weil auch  $d = \infty$   $x$  gleich  $d$  in  $z$   $d$  ist, oder der Gegenstand so weit vom Spiegel entfernt ist, daß die Divergenz der von einem Punkt ausgehenden Strahlen unmerklich, oder gar zu paradiesisch wird.

§. 691. Endlich lassen sich auch daraus die Erscheinungen der cylindrischen und conischen erhabenen Spiegel bestimmen. Beide Arten der Spiegel wirken der Länge nach als ebene Spiegel, und bilden also in so fern die Gegenstände, deren Fläche mit der Fläche dieser Spiegel concentrisch ist, in der ordentlichen Größe ab. Die cylindrischen aber sind der Quere nach erhabene Kugelspiegel, und müssen also in so fern verkleinern, und folglich die Gegenstände der Quere nach schmaler vorstellen. Die conischen sind der Quere nach ebenfalls als erhabene Kugelspiegel anzusehen; da aber die Kugelflächen nach der Spitze zu immer kleiner werden, so verkleinern sie sich auch eben mehr als unten.

Bestimmung durch Versuche und Zeichnungen, die zwar verzeihlich anmuthig sind, aber in dieser Sprache nicht erscheinen (carolinische Anamorphosen).

Cost. Schemm Magis unavertalis. Nach p. 167. 4

Ein Instrument, um diese anamorphotischen Zeichnungen zu entziffern, hat Leupold beschrieben (Jas. Leupold Anamorphosen mechanica nova. Leipzig 1714 4)

Von Pyramidalstrahlen.

Alm. / Leibniz a. a. O. §. 603. 1070.

Ein velenat über Strahlen.

Alm. / Leibniz a. a. O. §. 603.

### Brechung des Lichts.

§. 692. Wenn Lichtstrahlen aus einem Mittel in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit (oder statt dessen von verschiedener Brennbarkeit) in einer (stetigen) Richtung übergehen, so befolgen sie, wenn sie die Fläche treffen, die beide Mittel von einander scheidet, nicht mehr die vorige Richtung, sondern werden von derselben abgelenkt. Man nennt hieß die Brechung der Lichtstrahlen (*Refractio luci*).

Beobachtung an Glas und Wasser.

§. 693. Wenn (Fig. 83.) der schief einfallende Lichtstrahl (Kanon *incidens*) *SC* aus einem dünneren Mittel, z. B. aus der Luft, in ein dichteres, z. B. in Wasser, übergeht, so wird er an der Oberfläch *AB* des letztern in dem Einfallspunkte (*Punctum incidentiae*) *C* von seinem vorigen Wege abgelenkt, und der geraden Linie, die man senkrecht auf und durch das dichtere Mittel im Einfallspunkte zieht, dem Einfallsloth oder Trichterloth (*Cathetus incidentis*) *CE* näher gebracht, und geht in der Direction *CR*. Der Winkel *SCA*, welchen der einfallende Strahl *SC* mit dem Einfallsloth *CE* macht, heißt der Einfallswinkel (*Angulus incidentiae*); der Winkel *RCB*, welchen der gebrochene Strahl *CR*, der von seiner vorigen Richtung abweicht, mit dem Einfallsloth *CE* macht, der Brechungswinkel (*Angulus refractiois*); und der Winkel *ACR*, welcher aus dem verlängerten einfallenden Strahle *Ca* und dem gebrochenen *CR* sich bildet, der gebrochene Winkel (*Angulus refractus*).

§. 694. Die Erfahrung lehrt allgemein folgendes Gesetz: Wenn das Licht aus einem dünnern (oder wenn

gerlebrennbaren) Mittel in ein dichteres (oder brennbares) schief übergeht, so wird es dem Perpendikel zu gebrochen, und der Brechungswinkel ist kleiner, als der Einfallswinkel; wenn es aber aus dem dichtern Mittel in das dünnere schief übergeht, so wird es vom Perpendikel ab gebrochen, und der Brechungswinkel ist größer, als der Einfallswinkel. Der gebrochene und einfallende Strahl bleiben aber immer mit dem Einfallslothe in einerley Ebene.

1) Wenn z. B. (Fig. 87.) oberhalb AB Luft, unterhalb Wasser ist, so wird der schief einfallende Lichtstrahl SC beim Eintritte ins Wasser nicht nach a fortgehen, sondern der Perpendikellinie DE zugelenkt; und der Brechungswinkel ACE ist kleiner, als der Einfallswinkel SCB.

2) Wenn hingegen ein Lichtstrahl RC aus dem Wasser unterhalb AB schief in die Luft übergeht, so wird er von dem Perpendikel DE abgelenkt; der Brechungswinkel SCB ist größer, als der Einfallswinkel ACE.

§. 695. Diese Brechung steht im Verhältnisse mit dem eigenthümlichen Gewichte und der Brennbarkeit der durchsichtigen Mittel. Die Größe des Einfallswinkels mag beschaffen seyn, wie sie will, so findet immer ein beständiges und unabänderliches Verhältniß zwischen dem Sinus des Einfallswinkels  $\sin = ba$ . und dem Sinus des Brechungswinkels oder dem Brechungssinus FR für einerley Paar von durchsichtigen Mitteln Statt.

§. 696. Jeder Lichtstrahl, der auf die durchsichtigen Körper von verschiedener Dichtigkeit oder Brennbarkeit senkrecht auffällt, geht ungebrochen durch.

§. 697. Um nun von diesen Gesetzen der Brechung Anwendung machen zu können auf die davon abhängenden Phänomene, ist es nöthig, das Brechungsverhältniß, das ist, das Verhältniß des Brechungssinus FR zum Einfallssinus  $\sin = ba$  (oder, wenn wir den Strahl umgekehrt gehen lassen wollen, das Verhältniß des Einfallssinus FR





	engl. Maß
Gold . . .	1,800
Zinnblei . .	1,817
Eisblei . . .	1,911
Schwefel . .	4,937
Phosphor . .	7,090

Brewster's Benützung verschiedener wasserlicher Oele (s. B. des Calusals, Behalt. der Zusammenlegung farbiger Oxydation, und Mikrotopie gründet sich auf das große Brechungsvermögen jener Oele: a. a. O. S. 157 u. f. 2r."

§ 658. So viele Erklärungen auch über die wirkende Ursache des Phänomens der Brechung gegeben worden sind, so ist doch keine befriedigender, als die, welche uns Newton selbst davon gegeben hat. Sie reducirt sich auf die Kraft der Cohärenz, oder, wenn man lieber will, der Anziehung der durchsichtigen Materie mit dem Stoffe des Lichts, so wie die Reflexion im Gegenstheile den Mangel dieser Cohärenz oder Anziehung anzeigt (§ 668. Anm.)

Wir wollen zur Erläuterung annehmen, daß ohne Flächen die Mittel von einander trennen, durch welche das Licht auf seinem Wege geht, und daß diese Flächen gegen einander parallel sind. Es sey also (Sia. 84.) zwischen den parallelen Flächen NS, nI Wasser oder Glas enthalten, und darüber und darunter Luft. Man ziehe mit ihnen nIL und mI in gleichen Entfernungen davon parallel. Es sollen den Abstand darstellen. Der wider die Wirksamkeit des Körpers NSnI auf das Licht thätig zu werden anfängt, der weiter an sich klein ist, aber um der Deutlichkeit der Zeichnung willen hier verhältnismäßig so groß vor gestellt wird. Es frumte ein Lichttheilchen in der perpendicularen Richtung An gegen die Fläche NS. So wie es in c in die Ebene der Wirksamkeit NS gelangt ist, und von den Theilen des Körpers NS stärker gezogen wird, als von dem dünneren Medium, aus dem es kommt, so nimmt seine Geschwindigkeit in dem Raume von c bis i zu; oder es kann dadurch nicht von seinem Wege abgelenkt werden. Es geht blos mit zunehmender Geschwindigkeit fort, und erreicht das Maximum derselben innerhalb iq. So wie es aus q herausstritt, ist die Anziehung des Körpers NSnI dagegen seiner Richtung entgegen und der Wirkung auf der obern Fläche gleich; es verliert also das Lichttheilchen in dem Raume qi wiederum rückwärts so seine Vermehrung der Geschwindigkeit, als es sie von c gegen i zu machend erhielt. Der senkrechte auch fallende Strahl erleidet also nach dieser Hypothese keine Brechung, wie die Erfahrung auch lehrt; und die Geschwindigkeit des Lichts außerhalb nIL und mI bleibt sich gleich.

Wenn nun das Lichttheilchen in der schiefen Direction Nd gegen nL eintrifft, so kann diese Bewegung in zwei andere, DP und Pd, zerlegt werden. Da die Wirkung des Körpers NS auf das Lichttheilchen nach der Perpendicularität gerichtet, so kann die parallele Bewegung DP keine Veränderung finden; die Bewegung oder Geschwindigkeit Pd



§. 700. Bey der Brechung des Lichts in seinem Uebergange aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes hängt also der Brechungswinkel theils von der Natur des brechenden Mittels, theils von der Neigung des einfallenden Strahles ab.

§. 701. Bey dem Brechen in durchsichtigen ebenen Flächen bleiben schief einfallende parallele Strahlen auch nach dem Brechen parallel, sie mögen aus dem dünnern in das dichtere Mittel, oder umgekehrt gehen. Bey dem Uebergange aus einem dünnern Mittel in ein dichteres von ebener Fläche werden einfallende divergirende in ihrer Divergenz, und einfallende convergirende Strahlen in ihrer Convergenz vermindert; bey dem Uebergange aus einem dichtern in ein dünneres Mittel von ebener Fläche werden divergirende oder convergirende Strahlen mehr divergirend oder convergirend. Dies folgt aus dem allgemeinen Gesetze der Brechung (§. 694.)

„Ueber die bei der Brechung eintretende Seitenstrahlung vergl. Parrot a. a. O. 2r.“

§. 702. Aus diesem Brechen der Lichtstrahlen in Mitteln von verschiedener Dichtigkeit und ebenen Flächen läßt sich erklären, warum ein Gegenstand unter oder hinter einem ebenen Glase dem Auge fast um  $\frac{1}{3}$  näher nach der Oberfläche des Glases zu erscheint, als er wirklich liegt; warum eine Münze in einem undurchsichtigen Gefäße, die bey einer gewissen Stellung des Auges nicht zu sehen ist, sichtbar werden kann, wenn das Gefäß mit Wasser gefüllt wird; warum der Boden eines Gefäßes mit Wasser hohl zu seyn und höher zu liegen scheint; warum ein Stod im Wasser gebrochen erscheint; warum ein Fisch im Wasser nicht an seinem wahren Orte, sondern ohngefähr um  $\frac{1}{3}$  näher nach der Oberfläche zu gesehen wird; warum Sterne schon vor ihrem wirklichen Aufgange und noch nach ihrem wirklichen Untergange wahrgenommen, und eine Mondfinsterniß gesehen werden kann, wenn die Sonne noch über uns

fern Horizonte erhebt; warum die G. - Sterne höher nach dem Zenith zu beobachtet werden, als sie wirklich stehen; worin endlich überhaupt die astronomische Strahlenbrechung (*Refractio astronomica*) besteht.

*Aufschmiedek a. a. O. S. 1918 — 1931.*

*Es ist ferner in die astronomischen Wissenschaften, vord. von Lambert Hist. Rech. Bd. 1. Breitensteine 1762 S. 3. 99 — 100.*

§ 703. Noch gehören hieher:

- 1) Die vervielfältigte Erscheinung eines Gegenstandes durch ein Kautenglas (*Polycarum*).

*Es sey (Fig. 57) ABCD ein viereckig edelsteinenes Glas. Die drei andern Flächen AC, CD und DA seyem dem Gegenstande I so genähert, und dieser der Fläche befände sich das Auge in O. Dieses sieht den Punkt I dreifach, in F, in L, und in M. Denn von dem Strahle I ausgehend, der auf die Fläche CD von dem parallel dem Punkte I aus, und wovon nur hier nur die Hälfte I g. erreicht haben, geht eine Welle, so sie senkrecht auf den Flächen AC und DA steht, unzerbrochen in das Glas und herauf, und gelangt zum Auge in O. Der Strahl senkrecht FH, der auf die Fläche AB fällt, wird im Glas dem Vertikal abgelenkt, und gelangt auch zum Auge in O, das nun den Gegenstand nach L sehen mag. Eben so ist es endlich mit dem Strahl einsetzt I'g, der auch nach den ersten Brechnungen zum Auge in O kommt, und die Vorstellung des Objekts in M erzeugt.*

*Aufschmiedek a. a. O. S. 1933.*

- 2) Die dioptrischen Anamorphosen, oder Zeichnungen einzelner Theile, die durch ein polwedrisches Glas betrachtet als ein ordentliches Ganzes erscheinen.

*Joh. Georg Leumanns Anamorphosen vom Bleischießen. Wittenberg 1722 S. 3. 40 ff.*

- 3) Die scheinbare Ortsveränderung der Körper, die durch ein gläsernes Prisma betrachtet werden.
- 4) Die besondern Erscheinungen der Strahlenbrechung in der Luft, die an verschiedenen Stellen ungleich erwärmt, und also ungleich dicht ist, nach Hrn. Büsch und Weber.

*B. J. h. tractatus duo optici experimenti, Hamb. 1735. Tob. Grunder physikalische Abhandlung über die Strahlenbrechung und Reflexion des erwärmten Lufte, Dresden 1707. 4.*

§ 704. Merkwürdig ist die scheinbare Verdröbelung eines Gegenstandes durch den durchsichtigen Kalkspath oder gelblichen Kry stall.

Von dem die Natur verkörpert den sogenannten gelblichen Kalkstein oder Doppelspath, von J. W. Goethe; in den Schriften des Goethe. Naturf. Fr. in Berlin, in d. B. Nr. 111. 2. 16. Dagegen aber die doppelte Brechung des durchsichtigen Kalk pathes, von Hrn. Brew; in Brew's neuem Journ. d. Phys. B. 11. S. 405.

„Sie ist auch bedingt durch die weiter unten in Betrachtung kommende Polarisation des Lichtes; vergl. einsteilen 1. 176. 2r.“

§. 705. Aus den allgemeinen Gesetzen der Strahlenbrechung (§. 694. 695) und der Kenntniß des Verhältnisses der Refraction der durchsichtigen Mittel (§. 697) läßt sich durch Zeichnungen oder durch Rechnung leicht bestimmen, wie die Brechung der Strahlen in gekrümmten Flächen geschieht. Wir betrachten hier nur die Brechung der Strahlen in Gläsern, wovon eine oder beide Flächen eine erhabene oder hohle Kugelgestalt haben, die man je hohle Gläser, und, wenn sie klein sind, Linsengläser (Lentes) nennt. Sie sind entweder auf einer Seite eben und auf der andern erhaben (planconvex) (Fig. 88.); oder auf beiden Seiten erhaben (convexconvex) (Fig. 89.); oder auf einer Seite erhaben und auf der andern hohl, so daß der Halbmesser der erhabenen Seite kleiner ist, als der hohlen (Meniscus) (Fig. 90). Diese drei Arten heißen auch zusammen Sammelgläser oder erhabene Linsen (Lentes convexae), denen die Zerstreuungsgläser, hohlen Linsen oder Hohlgläser (Lentes concavae) entgegen gesetzt sind, wo entweder die eine Seite eben, die andere hohl ist (planconcav) (Fig. 91.); oder beide Seiten hohl sind (concavconcav) (Fig. 92.); oder eine Seite hohl, die andere erhaben ist, so daß der Halbmesser der erhabenen Seite größer ist, als der hohlen (convexconcav) (Fig. 93). Ein Glas, das auf einer Seite erhaben und auf der andern hohl ist, aber mit einem Halbmesser, d. B. ein Uhr glas, bricht die Strahlen wie ein plancs Glas.

§. 706. Die gerade Linie DE (Fig. 94), welche durch die Mitte der Linse AB geht, und auf beiden Seiten denselben perpendicularer steht, heißt die Achse der Linse.

§. 707. Wenn parallele Strahlen auf erhabene Gläser nahe bei der Mitte des Glases fallen, so werden sie so gebrochen, daß sie hinter der Linse nach der Achse des Glases zusammengehen, und sich in einem Punkte vereinigen, welcher der Brennpunkt (Focus) der Linse heißt. Hinter diesem Punkte durchkreuzen sich die Strahlen wieder, und werden divergirend. Wenn statt parallele Strahlen divergirende Strahlen eines leuchtenden Punktes auf die erhabene Linse fallen, so werden sie nach dem Brechen 1) weniger divergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punktes kleiner ist, als die Brennweite der Linse; 2) parallel, wenn der leuchtende Punkt selbst im Brennpunkte ist; 3) convergirend, wenn die Entfernung des leuchtenden Punktes größer ist, als die Brennweite. Convergirende auffallende Strahlen werden durch diese Linsen nach dem Brechen natürlicher Weise noch mehr convergirend. Man nennt die erhabenen Linsen wegen der angezeigten Wirkungen auch Sammellinsengläser. Nach der Länge der Brennweite sagt man, ein Glas sey einjählig, zweijählig, dreijählig, u. s. f.

1) Es sollen (§. 94) auf die b convergirende Strahlen ab mit der Achse derselben, b k; die parallel Strahlen g und h nahe bei der Mitte des Glases ein. Sie werden auf der rechten Seite des Glases erst dem Einfallsorte parallel, und dann divergirend aus der hinteren Fläche dem Einfallsorte entgegen; sie werden convergirend, und vereinigen sich mit der Achse des Glases in F, von wo sie wieder als divergirende aus entzogen werden, wenn sie sich durchkreuzt haben.

2) Wenn b einfallende als b divergirende auf die Linse fallen, so werden sie durch die Linse a entweder weniger divergirend, oder parallel, oder convergirend, nach der relativen Entfernung des strahlenden Punktes von der Linse. Ersetzt man §. 1) der strahlende Punkt im Brennpunkte der Linse, §. 2) in F, so werden die Strahlen bei der Parallelität 2) nicht mehr, als der Brennpunkt, so werden sie weniger divergirend, wie §. 2) 1) der strahlende Punkt g aus der an der Linse steht, als der Brennpunkt F, und wo die Strahlen parallel sind, so die Brennpunkt kann man eine in der Linse nach hinten ausziehen, und die Linse von da nach so ziehen. Der mittlere Strahl ba, geht ungestört durch, da, er schneidet auf der

Fig.

Es sind der Finkeln sechs. Deren die Strahlen nach und nach sich dem  
Licht, so treffen sie in  $p$  zusammen. Da nun der Winkel  $h$  von Licht  
her ist, und  $h$  von  $h$ , so ist auch der Durchgang der Strahlen durch der Wip  
stetig vermehrt werden, und die Strahlen werden so aus der Luft, als  
ob sie von einem weiter entfernten Punkte kommen, als  $g$  ist. 3) Wenn  
der leuchtende Punkt weiter entfernt ist, als die Brennweite, so werden  
die davon auf die Linse fallenden divergirenden Strahlen zu convergen  
renden, wie Fig. 4. wo der Strahl unter Punkt  $A$  weiter von der Fok  
absteht, als der Brennpunkt  $F$ ; die Strahlen  $A_0$  und  $A_1$  vereinigen  
sich nach den ersten Brechungen hinter der Linse mit der Verlänger  
ten Achse  $A_0$  in  $G$ . Ist der Strahlende Punkt, so ist  $A$  der Brennpunkt  
ausgesucht der gebrochenen Strahlen.

g) Convergente Strahlen werden noch stärker convergirend durch die Brechung in diesem Krallen. Es sey (Za. 96.) ab eine biconvexe Linse, deren welche die convergirenden Strahlen nd und on fallen, die ohne die Linse in p zusammenlaufen würden. P e werden durch Brechung beim Eintritte in die Linse ad beim Austritte aus derselben nach z p gebrochen, und deren von sich darstellend der Abtheil. Da nun der Winkel spm größer ist, als lpm, so ist auch die Convergenz der Strahlen größer (4. 65b.)

§. 708. Die Entfernung des Brennpunktes paralleler Strahlen von der verderrn Krümmung des Glases (wenn man auf die Dide des Glases nicht Rücksicht nimmt) heißt die Brennweite (*V. Mantia foca* r). Man findet dieselbe (bey dem gemeinen Glase, dessen Brechungsverhältniß 3 : 2), wenn man die Länge des einen Halbmessers der Krümmung des Glases mit der Länge des andern multiplicirt, und das Product mit der halben Summe dieser Halbmesser (beym Menschen aber das Product der Halbmesser mit ihrer halben Differenz) dividirt. Bey dem gleichförmig convergirenden Glase ist folglich die Brennweite dem gemeinschaftlichen Halbmesser der beyden Flächen des Glases gleich; bey dem planconvergen aber dem Durchmesser der Kugel, woron das Glas ein Segment ist. Bey einer Kugel von Glas liegt er um den vierten Theil ihres Durchmessers hinter demselben.

„Es sey also (Fig. 98.) ob ein dergleichenes Sammelglas; der Durchmesser der Vorderseite  $aAb$  sey  $AA' = f$ ; der Halbmesser der Hinterfläche  $aBb$  sey  $CB = g$ ; die noch  $C$  nach  $A$  gezogene Linie  $AC$  ist eine des Mikroskops Achse. Was dem Punkte derselben  $O$  kommt ein Lichtstrahl  $Ol$ , wird durch den der Linse, zum  $Ol = OA = a$  setzen, und  $Al$  ist eine gerade auf der Fehle senkrechte Linie halten zu können. Man ziehe  $Kl$  als das Einfallslot, gegen welches sich der gedroehene Strahl spiegeln muß, und nehme an, der Strahl werde

Seine Geschichte, 6te Aufl.

20



durch die erste Brechung nach P hin gebrochen. Wir wollen jetzt  $AP'$  sein, welches mit  $IP$  gleich weit davon."

- 1) „In dem Orte, wo man das K auf dem einfallenden und gebrochenen Strahl die senkrechten  $n$  zu  $AK$  und  $KH$ , welche sich wie der Sinus des einfallenden Strahls zum Sinus des Brechungswinkels verhalten, construirt. Das Product  $AK \cdot KH$  ist also gleich dem Sinus  $n^2$ , so wie  $AK : KH = n : 1$ . Man zeichne die Figur folgende drei Proportionen:

$$OI : OK = AI : KG \text{ (weil } \triangle OAI = \triangle OKG \text{),}$$

$$n : 1 = KG : KH,$$

$$IP : AP = KH : AI \text{ (weil } \triangle PKH = \triangle PAI \text{)}$$

Wenn man die drei nachfolgenden Verhältnisse zusammen, so setzen sie das Verhältniß  $1 : 1$ ; sowohl in das Product der drei ersten Glieder, als in das Product der drei letzten Glieder, d. i., weil  $IP = OK \cdot AP$ . Man ist  $OI = AO = a$ ;  $IP = KP = AP = AK = AK - f$ ;  $OK = OA + AK = a + f$ ; folglich

$$na (AP - f) = (a + f) AB,$$

woraus folgt:

$$AP = \frac{af}{(n-1)a-f}."$$

- 2) „Der oberste Strahl  $IP$  erreicht die Hohlfläche des Glases in  $T$ , man zeichne  $CT$  als Einfallslinie, so wird er, beim Uebergehen in Luft, von demselben Strahl abwärts abgelenkt: der gebrochene Strahl  $IT$  treffe die Axe in dem Punkte  $P$ , dessen Abstand vom Glase  $IT = IP = a$ . Da der Lichtstrahl wieder den n-machen er geht von  $O$  durch  $I$  und  $T$  nach  $P$ , oder er komme von  $P$  durch  $T$  und  $I$  nach  $O$ , so betrachte man jetzt  $IT$  als einfallenden Strahl, so ist  $IP$  der gebrochene: man verlängere beide Linien, und setze auf  $IT$  die halbrechten Linien  $CE$  und  $CD$ , welche, wie oben, das Gleichen bezeichnen haben. Wir wollen jetzt wieder die Linie  $ED$  zwischen  $P$ , oder  $BP$ ,  $IP$ , als das Gleiche betrachten. Hierzu haben wir, wie den  $n : 1$ , drei Proportionen:

$$IT : CE = IT : CD \text{ (weil } \triangle ITC = \triangle CDE \text{),}$$

$$n : 1 = CE : CD,$$

$$DP : BP = CD : CE \text{ (weil } \triangle DP = \triangle BTP \text{)}$$

Da oben nach denselben Verhältniß oben zusammensteht das Verhältniß der Glieder, so steht auch die drei zusammensteht: also  $n : 1 = DP : BP = CE : CP$ . Man ist  $IT = IT = a$ ;  $DP = CP = CB + BP = g + BP$ ;  $CE = CB + BP = g + a$ ; folglich

$$n(g + BP) = g + a, BP,$$

woraus folgt:

$$BP = \frac{ng}{g - (n-1)a}."$$

- 3) „Die beiden gefundenen Werthe  $AP$  und  $BP$  sind gleich um die Dicke des Glases verschieden; setzt man diese klein genug, um sie als Null ansetzen zu können, so hat man  $AK = BP$ , was durch eine Gleichung zwischen  $a$ ,  $f$ ,  $n$  und  $a$ . Um aber diese Gleichung in der ersten des Werths  $f$  zu erhalten, nehme man erst von  $AP$  und  $BP$  die umgekehrten (reciproken) Werthe, nemlich:

$$\frac{1}{AP} = \frac{n-1}{nf} - \frac{1}{na}; \quad \frac{1}{BP} = \frac{1}{na} - \frac{n-1}{ng}.$$

Daraus erhält man, wenn alles mit  $n$  multiplicirt worden:

$$\frac{n-1}{f} - \frac{1}{a} = \frac{1}{a} - \frac{n-1}{g},$$

$$\text{oder } \frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}.$$

Die sehr wichtige optische Formel gilt für alle Arten von Gläsern und für alle dabey erdenklichen Fälle, und zeigt, wie man, wenn von den vier Größen  $f, g, a, n$  drei gegeben sind, die vierte finden könne. Nur muß man bey der Anwendung bemerken, ob die gegebenen Linien eben die Länge haben, als in unserer Figur; was eine entgegengesetzte Lage hat, muß mit  $-$  bezeichnet werden. Ware z. B. die Vorderfläche concav, so muß das erste Glied der Formel

$-\frac{n-1}{f}$  heißen; käme der Strahl nicht aus einem Punkte der

Achse vor dem Glase, sondern ginge mit der Achse convergirend auf einen hinter der Achse liegenden Punkt zu, so würde  $a$  negativ, und

man müßte  $-\frac{1}{a}$  statt  $\frac{1}{a}$  schreiben, u. s. f. Wir wollen aber

diese Formeln zunächst brauchen, um daraus ein Paar andere, für den Gebrauch noch bequemere Formeln abzuleiten, indem wir die Brennweite, welche wir  $p$  nennen wollen, mit in Rechnung bringen."

- 4) „Es sey  $a$  unendlich, d. h., der einfallende Strahl sey der Achse parallel, so ist  $\frac{1}{a} = 0$ , und  $\frac{1}{a} = \frac{1}{p}$ ; denn in diesem Falle ist  $BP = p$  die Brennweite. Wir haben also aus n. 3.

$$\frac{1}{p} = \frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g};$$

eine Formel, um aus den Krümmungshalbmessern  $f$  und  $g$  und dem Brechungsverhältnisse  $n$ ; die Brennweite zu finden."

- 5) „Da in der Formel n. 4. weder  $a$  noch  $\alpha$  vorkommt, so ist sie von beyden Größen unabhängig. Man kann daher in jedem Falle

$\frac{1}{p}$  statt  $\frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g}$  setzen. Thut man dies in der Formel

n. 3., so erhält man

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{n} + \frac{1}{a};$$

eine eben so einfache als fruchtbare Formel, vermittelst deren man, wenn von den drei Größen  $p, n, a$  zwey gegeben sind, allezeit die dritte finden kann."

- 6) „Will man aus der Formel n. 4 nicht  $\frac{1}{p}$ , sondern  $p$  selbst haben, so ist

$$p = \frac{1}{\frac{n-1}{f} + \frac{n-2}{g}} = \frac{fg}{(n-1)(1+g)};$$

oder wenn man das Brechungsverhältniß  $n = 1 : 1 = 3 : 2 = 5 : 3 = 7 : 4$

als  $n = \frac{1}{2}$  setzt,  $p = \frac{fg}{1 + g}$ , welches die im 1. gegebene Regel

ist. Für den Neutond ist  $f$  oder  $g$  negativ zu setzen. Für das gleiche feste Glas ist  $1 - g$ , also  $p = f$ . Für das planconvexe Glas ist einer der Durchmesser unendlich groß zu setzen. Setzt man  $g$  unendlich, so verschwindet  $f$  im Nenner gegen  $g$ , und es wird

$$p = \frac{fg}{fg} = 1, \text{ u. s. f.}^7$$

- 7) „Die Regel für die Kugel läßt sich aus den Formeln n. 1. und 2. ableiten. Wäre nämlich (Fig. 69.), ab eine volle Kugel, so wäre gewiß  $g = 1$ . Also

$$AP = \frac{raf}{(n-1)a-f} (n. 1); \quad BP = \frac{raf}{f-(n-1)a} (n. 2.)$$

Bemerkt man für diesen Fall  $AP = BP =$  dem Durchmesser der Kugel, also  $= 2L$ . Daraus die Gleichung

$$af = \frac{raf}{(n-1)a-f} = \frac{raf}{f-(n-1)a}.$$

Daraus man nach den gehörigen Reductionen findet

$$a = \frac{(n-1)a + af}{2(n-1)a + (n+1)f} L.$$

Setzt man  $a$  unendlich, so wird  $a$  die Brennweite der Kugel  $= p$ , also

$$p = \frac{2-n}{2(n-1)} f.$$

Nimmt man  $n = \frac{1}{2}$  an, so wird

$$p = \frac{1}{2} L^8$$

Anm. „In den Formeln n. 3, 4, 5 ist es bequemer, die richtigen

Werte  $\frac{1}{p}$ ,  $\frac{1}{a}$ ,  $\frac{1}{f}$  u. s. f. in der Anwendung beizubehalten, und erst, wenn man einen solchen Werth in Zahlen setzen

den hat, den wirklichen Werth zu berechnen. §.

§. 709. Eigentlich kommen nur diejenigen parallelen Strahlen nach dem Brechen in einem Punkte zusammen, die der Achse des Glases unendlich nahe sind. Je weiter die

parallelen Strahlen von der Achse einfallen, desto kürzer ist der Abstand ihres Vereinigungspunktes vom Glase. Die Entfernung dieses vom ersten Punkte heißt die Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt des Glases (*Aberratio ex figura*).

§ 710. Sonst kann man die Entfernung des Brennpunktes paralleler Strahlen der erhabenen Linsen (obgleich nicht mit aller Schärfe) auch praktisch finden. 1) Man lasse die Sonnenstrahlen auf die Linse, und die darin getreschenen auf einen andern Körper fallen, und bewege die Linse so lange gegen diesen, bis der Punkt am hellst und kleinsten wird. Seine Entfernung von der Linse ist die Brennweite. 2) Man bedecke die eine Fläche der Linse mit einem genau darauf anschließenden Papiere, worin viele kleine runde Löcher geschnitten sind, und lasse die Sonne hindurch auf eine parallel darunter gehaltene Fläche fallen. Ist diese Fläche weiter oder näher von der Linse, als die Brennweite, so entstehen so viel leuchtende Kreise, als Löcher im Papiere sind; im Brennpunkte hingegen vereinigen sie sich alle in einen Kreis. 3) Man halte die Linse gegen eine weiße Wand oder Tafel, und lasse nun einen Gegenstand, dessen Distanz die Brennweite des Glases aber wenigstens tausendmal übersteigen muß, darauf durch die Linse sich abbilden. Wenn das Bild am deutlichsten ist, so steht die Wand in der Brennweite der Linse. 4) Am besten findet man diese auch in einem dunkeln Zimmer, in welches durch die Linse das Sonnenlicht hineinfällt. Die Entfernung der Spitze des sich hier bildenden Strahlenkegels von der Linse ist die Brennweite. Die Gründe von allem diesem werden aus dem Folgenden erhellen.

§ 711. Jetzt läßt sich auch bestimmen, wie diese erhabenen Linsen Bilder von den vor ihnen befindlichen Objecten machen, wenn man zugleich das erwägt, was §. 682. gesagt worden ist. 1) Wenn die von einem Punkte des Gegenstandes ausgehenden und auf die Linse fallenden

Strahlen als parallel anzusehen sind, so ist der Brennpunkt das Bild des Gegenstandes, und man kann ihn überhaupt als das Bild eines unendlich entfernten Gegenstandes ansehen. 2) Kein Bild kann in dem Glase näher liegen, als der Brennpunkt (vorausgesetzt, daß das Object ein wirkliches, nicht ein durch ein anderes Glas gemachtes Bild ist). 3) Wenn der Gegenstand sich im Brennpunkte befindet, so macht er gar kein Bild, oder er macht ein unendlich großes Bild, in einer unendlichen Entfernung, weil die divergirenden Strahlen dann nach dem Brechen zu parallelen werden, die nicht, oder in einer unendlichen Entfernung, zusammenlaufen. 4) Wenn aber die Strahlen von einem Objecte kommen, das noch weiter vom Glase liegt, als der Brennpunkt, und dessen Strahlen, die von seinen einzelnen Punkten auf die Linse fallen, als divergirende darauf kommen, so vereinigen sich die Strahlen eines jeden Punktes des Objectes wieder hinter der Linse, und machen ein Bild des ganzen Gegenstandes, das aber verkehrt liegt, und weiter vom Glase entfernt ist, als die Brennweite. 5) Würde in diesem Falle an dem Orte des Bildes der Gegenstand seyn, so würde das Bild desselben da zu stehen kommen, wo der Ort des Gegenstandes selbst war. 6) Je näher das Object dem Glase komme, desto weiter rückt das Bild vom Glase weg, und wird zugleich desto größer; und es wird endlich ganz verschwinden, wenn das Object in den Brennpunkt des Glases kommt. 7) Endlich, wenn der Gegenstand näher noch dem Glase liegt, als der Brennpunkt, so kann gar kein wirkliches Bild entstehen, da die Strahlen nicht zusammenfallen, sondern divergirend bleiben; sie gehen vielmehr nach der Brechung so fort, als kämen sie aus einem Bilde, das aufrecht, vergrößert, und entfernter als der Brennpunkt, vor dem Glase stünde.

Versuche: 1) Das Bild der Flamme eines Lichts stellt sich hinter einer concaven Linse klar und deutlich dar, wenn die Flamme weiter vom Brennpunkte der Linse entfernt ist; wird größer und entfernter, wenn die Flamme dem Brennpunkte näher kommt; verschwindet endlich ganz, wenn die Flamme in den Brennpunkt kommt.

o) Man lasse im fahrem Zimmer die parallelen Straßen der Stadt auf eine erblickende Linie fallen, und es an den so beschriebenen in der Ferne hinter derselben sich befindenden Straßenrande, und den umgekehrten nach der Durchdringung der Straßen vornehmenden Rand.

Die Straßen der Stadt sind jetzt die meisten Entfernungen der Straßen von der Erde als parallel unter einander anzusehen. Daher geht sich hinter der Glaswand im Brennpunkte derselben das ferne Ende der Straße, der Rand der Erde heraus, die er berührt, ja der allgemeinen Brennpunkte des Brennpunktes für den Brennpunktspunkt der parallel einfallenden Strahlen Anlass gegeben hat.

„Man baste ein Sammelglas vor das Auge, und betrachte einen Gegenstand, der entfernter als die Brennweite ist: man wird ihn nur sehr unvollständig sehen. Rückt man den Gegenstand bis in den Brennpunkt, so werden ihn nur sehr wenig besser (die weitestgehende) der Welt zu begreifen sehen. Rückt man ihn innerhalb der Brennweite, so sieht man ihn deutlicher ansehn und vorwärts, und es gleich für jedes Auge innerhalb der Brennweite eine Stelle, wo es das Bild mit größter Deutlichkeit sieht.

„Wenn man sich umgedreht mit dem Glase immer weiter vom Gegenstande entfernt, und das Glas nahe vor dem Auge hält, so nimmt die Unbestimmtheit zu. Rückt aber der Gegenstand weit außer der Brennweite, und man entfernt nun das Glas vom Auge gegen den Gegenstand, bis das Auge berührt sich hinter dem Brennpunkte steht, so erblickt man den Gegenstand richtig im Glase (oder wie er sich zwischen Glas und Auge sich befindet).“

Es sey (Zin. 99) OAB ein Object, das von der brennenden Glaswand weiter absteht, als derselben Brennweite  $r$ . Von dem in  $r$  liegenden Punkte C des Objects geht ein Strahl auswärts nach der Seite, und die divergirenden Strahlen desselben werden in convergirenden, werden von  $h$  aber später zusammen, als in der Brennweite der Linse, wie die Bezeichnung im pos. § lehrt. Sie kommen in  $e$  zusammen, und fahren d er weiter als divergirende auf einander. Ihr Brennpunktspunkt in  $e$  ist das Bild vom Punkte C. Eben so werden die Punkte  $h$  und  $k$  jeder einen Strahlenrand nach der Seite, und die Strahlen derselben werden durch die Brechung in convergirenden, und machen ein Bild in  $o$  und  $b$  von den Punkten O und B. So erblickt nun ein Auge von dem gemeinsamen Objecte OAB, das aber gegen das Object eine Seite steht, und der Punkt näher ist, als das Object auf der andern Seite. Wenn nun das Object weiter, so nähert sich OAB das Bild davon fern. — Wenn in  $h$  eine parabolische Fläche ist, die sich nur wenig gekrümmt erhält, so wird das Bild des Gegenstandes OAB darauf wahrzunehmen sein.

§. 712. Die Entfernung des Bildes hinter dem Glase findet man, wenn man das Product aus der Brennweite des Glases in die Entfernung des Objects vom Glase durch die Differenz der Entfernung des Objects von der Brennweite des Glases dividirt. Der Quotient gebe die Entfernung des Bildes. Die Entfernung des Objects vom

Glas verhält sich zur Entfernung des Bildes von demselben, wie der Halbmesser des Object's zum Halbmesser des Bildes.

„Nach §. 703. Satz n. 5. ist  $\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x}$ ; also  $\frac{1}{a} = \frac{1}{p} - \frac{1}{x}$   
 $= \frac{x - p}{ap}$ ; also  $x = \frac{ap}{a - p}$ , weicht die Bezeichnung des §. 703. ist.“

„Da ferner in der Mitte einer Glaskugel die beiden Flächen die Achse rechtwinklig schneiden, so einander parallel sind, so geht jeder Strahl, der mit der Achse keinen zu großen Winkel macht, durch die Mitte der Kugel, wie durch ein Planchet, also so auf als wenn durch. Daher man die Mitte des Glases das optische Centrum nennt. Ist nun (§. 2. n. 1) in D das optische Centrum, so hat der Strahl OD, die gerade Linie, also die Gerade DOG, die Achse, und die Linie DC = CG etc.“

§. 713. Zur Erläuterung der bisher vorgetragenen Sätze von der geradlinigen Ausbreitung des Lichts, der Zurückstrahlung, und besonders der Brechung in erhabenen Gläsern, und auch sonst zur Belehrung und Belustigung, dienen:

- 1) Die Camera obscura des Baptista Porta, woben man die optische und dioptrische unterscheidet. Zu der letztern gehört auch die sogenannte helle Kammer (Camera clara).

J. B. Porta Magiae naturalis, five de mirabilis rerum naturalium lib. IV Neap. 1593. Fol. Antwerp. 1596. 12. Sehr verm. in libr. X. Neap. 1593. Fol. Amstelod. 1664. 12.

- 2) Kirchers Zauberlaterne (Laterna magica).

Athanasius Kircher ars magna lucis et umbrae. Amstelod. 1671. 8. Grotius Phys. et math. I. II. S. 375 f.

- 3) Liebertühns Sonnenmikroskop (Microscopium solare).

Beschreibung eines verbesserten Sonnenmikroskops, von Joh. Ernst Bästl Wiedeburg. Altona 1753. 4.

„Beschreibung eines neuen Sonnenmikroskops, welches sich axiomatisch machen läßt, von Dan. Breußler; Gilbert's Ann. L. S. 170.“



## 4) Adams Lampennistroskop.

Essay on the microscope, by Adams, Lond. 1737. 8r. 4. S. 65.  
 Theorie und Beschreibung des von dem berühmten Herrn Adams verfaßten  
 Lampennistroskops, von Herrn Schmidt; in Green's neuem  
 Journ. d. Physik, B. 1. S. 227 ff.

## 5) Martins Sonnenmikroskop für undurchsichtige Gegenstände, wozu auch Depirus eine Einrichtung des gewöhnlichen Sonnenmikroskops nach Lioder'schen Vorschläge beibringen hat.

Description and use of an optical solar microscope. Lond. 1774.  
 A. Adams s. n. D. S. 9. - Emendatio microscopii solaris, auct.  
 F. F. G. Depirus, in den nov. comment. petrop. T. III. S. 316 ff.

## 6) „Wollaston's Camera lucida.“

„Wollaston in Gilbert's Phil. XXIV. S. 335. Weidner: Aus  
 jezt auch mit der Camera lucida verbundenen zusammengesetzten  
 Mikroskop, durch welches man sehr leicht Gegenstände sehr vergrößert  
 fort abzeichnen kann, s. S. D. XL. S. 109. Kundige Beschreibung  
 einer verbesserten Camera lucida; s. d. D. XLII S. 336. Nr.“

a) Unter der optischen Camera obtenta versteht man eine leere  
 Kammer, oder sonstigen Raum, in welchem das Licht außer der  
 gewöhnlichen Kugel durch ein kleines Loch in einer der Wände einfallt;  
 wo dann auf der gegenüberstehenden Wand, eine verkleinerte, aber  
 nicht schwache Abbildung der äußeren Gegenstände entsteht. Die Er-  
 klärung zu erklären, nehme man zuerst an, es laßte sich (S. 100.)  
 durch die enge Öffnung  $f$  der Wand ab, die das kleinere Zimmer  
 von den erweiterten Ebenen trennt, von jedem Punkte  $p$  der  
 Gegenstände, welcher der Öffnung zugekehrt ist, ein Lichtstrahl  
 durch das Loch (wie von den Punkten  $G$ ,  $E$  und  $D$  des Gegenstandes  
 der der Strahl  $Co$ ,  $Lo$  und  $Do$ ), und falls auf der Wand im hin-  
 tersen Zimmer, ohne daß irgend ein Punkt von den benachbarten Punkten des  
 Gegenstandes ein Lichtstrahl auf denselben Punkt dieser Wand fallen  
 kann. Von dieser Wand gehen nun die Lichtstrahlen wieder zurück  
 in das Auge des Beobachters, der also auf derselben das umgekehrte  
 Bild des des Gegenstandes  $ABD$  sieht. Denn da die Strahlen sich  
 in der Öffnung durchkreuzen, so muß das Bild entseht werden.  
 Es wird desto kleiner sein müssen, je weiter die Wand, je weiter es  
 sich abbildet, an der Öffnung steht; desto größer, je weiter es von  
 der entfernt ist. Inzwischen ist doch Vergrößerung von einem nur kleinen  
 Strahlen, die von den Punkten des Gegenstandes nach der Öffnung  
 gehen sollen, nicht der Natur gemäß, sondern es sollten vielmehr  
 von den erleuchteten Punkten Strahlenkegel nach der engen Öffnung  
 $f$ , die ihre Spitze am strahlenden Punkte haben, und deren Grund-  
 fläche die Öffnung  $f$  ist. Die Strahlen dieser einzelnen Lichter  
 all breiten sich bei ihrem Fortgange durch die Öffnung im Zim-  
 mer immer weiter aus, und bilden auf der Wand, von der sie aus-  
 gegangen werden, verschiedene Kreisflächen oder allg. der Flächen,  
 je nachdem sie senkrecht oder schief darauf fallen. Diese Flächen, die  
 von den Augen benachbarter strahlender Punkte des Objekts herrühren

ren, dessen sich erstenthalt: von jeder Fläche kommt aber doch ein Punkt, nemlich am der 2. Stelle, Fläche, der das einströmende Licht reines und unbedeckt erreicht und Auge hervorruft für Strahlen, als die übrigen, von andern beschatteten Punkten ertrachteten Punkte dieser Fläche. So entsteht aus durch die Zusammenführung von diesem Punkt der Wand die Erscheinung einer Fläche des Gegenstandes. Da die Strahlenkraft zu durchdringen, so ist das Bild erst sichtbar. Je weiter von der Dornung im kühnen Zimmer das Bild aufgefunden wird: um desto schwächer ist wegen der Dornung der Strahlen der Erscheinung der zu durchdringenden Stelle der Wand: um desto mehr abhört es an der Wand, und auch um desto mehr vergrößert. So die erste Wand das Licht so zurückstrahlt, wie sie es empfängt, so behalten auch die Punkte des Bildes die Farben, wie die die Strahlen der Strahlenkraft haben, von dem das Licht des Punktes herrührt; das Auge sieht also das Bild erst den nächsten linken Farben des Objekts. Je weiter die Dornung ist, desto mehr desto mehr desto mehr, weil sich dann desto mehr Strahlenfortgelangender Punkte bilden, je mehr desto mehr desto mehr Punkte der Wand der Lichtstrahlen so ist mit der ersten anderen beschatteten Fläche ersten Punkte dem Auge zu sehen, und also das Bild des ganzen Gegenstandes zu sehen, wenn es so werden kann. Jedoch darf auch die Dornung nicht zu sein, weil sonst wieder die Erscheinung eines Bildes ändert, um der Dornung im Auge anders zu erfahren. Hierin ist auch der Grund zu sehen, warum man den ersten Punkt, wenn man aus dem ersten Licht gelte gleich ist das erste Zimmer tritt, das Bild der Wand nicht gleich sieht, sondern erst eine Zeitlang nachher, wenn durch die erste sehr viele Strahlen der Punkte mehr Licht und Farbe kommen kann. Mehrere erblickt auch dem Gegenstande nicht, warum die Bilder im kühnen Zimmer nicht sichtbar und andere nicht mit die Dornung der Erscheinung haben, und warum sie, wenn überhaupt gleich der Dornung und einer Entfernung der Wand davon, desto leichter ist, je mehr die sich abbildenden Gegenstände erleuchtet sind.

In jedem Zimmer, vor welchem erleuchtete Gegenstände stehen, deren Punkte durch die Fenster des Zimmers einströmendes Licht auf die Punkte des Zimmers treffen, werden Bilder dieser Gegenstände entstehen müssen. Da aber hier jeder Punkt der Wand nicht durch von einem Punkt der Gegenstände, sondern auch von anderen aus dem ersten Licht empfängt, das er wieder zurückstrahlt, so kann kein Zimmer und erleuchtetes Bild der Gegenstände entstehen, wenn man aus keine Bilder empfunden, sondern jeden doch die zurückstrahlenden Punkte der Wand selbst.

Wenn in der Dornung der Wand des kühnen Zimmers ein (Fig. 101) eine erhabene Masse nicht ist, deren Dornung mehrere Fuß beträgt, so werden die einströmenden Strahlen der Strahlenkraft, die von den leuchtenden Punkten der Gegenstände nach der Linie zu sehen, durch die Dornung zu durchdringen: wird nun die Wand, auf der sich das Bild nachsehen soll, davon im den Dornungspunkt der Strahlen der einzelnen Strahlenkraft nicht, so entsteht ein reineres Bild des strahlenden Punktes, und so des ganzen Gegenstandes auf der Wand in dieser Dornungsfarbe.

extra obscura, als in der vorhin ertheilten. Da aber, bey der pers-  
pectivischen Entfernung: weiterer stehenden Punkte der Objecte und  
eines und desselben Objectes, von der Linie, der Durchsichtspunct  
der umhüllten Strahlen, der ja nachher Ertragtend absciret, und  
gleich weit von der Linie entfernt ist: so sieht man leicht, daß man  
von den verschiednen mit unterschiedn. Gesichtspuncten, oder Punkten  
der Grundfläche, nicht gleich deutliche Bilder erhält.

Hierbey gehört nun auch die tragbare Camera obscura (Came-  
ra obscura portabilis), der im Wesen die Einrichtung des eben-  
ten fast hernahmählich ist. (Vgl. Anschendrock introduct. ad  
physic. nat. § 355.)

Die Manichalenische Camera clara ist im Grunde nichts weiter,  
als eine v. der tragbare Camera obscura, überhohlet über ein Netztuch  
setzt der Abstand und an Klappen des Fades die Leuchte setzt, ihr  
Untergrund ist, daß das Licht durch ein geschabtes  
Glas hindurcht, und daß wegen der großen Distanz der Linse  
für die Distanz dann sehr leicht und hell wird. Es ist (Vgl. 172)  
Die Linse ein kleiner Kasten, der in der Mitte des Fades ein Licht  
hindurchläßt, und sehr ist. In der vordern Wand des Kastens ist ein ge-  
schabtes Glas: in der hintern Wand ist ein netztuch ein netztuch ge-  
schabtes Glas. Wenn nun die vordere Wand des Kastens ein netztuch  
Gesichtspuncte hindurchläßt, der weiter davon absteht, als die Brenn-  
weite der Linse im LG beträgt, so werde er in dem Kasten hinter  
der Linse ein umgekehrtes Bild von sich mittheilen, das von dem netztuch  
nicht weiter ist und desto näher gegen die Linse zu steht, je weiter der  
Gesichtspunct vom Glas entfernt ist, was aus dem Theorem bekannt  
ist. Ehe aber die Strahlen der einzelnen Objecte, gleich zu einem  
Punkte, oder in einem Orte des Punktes, zusammenstehen konn-  
ten, haben sie auf den Durchsichtspunct, werden von diesem unter  
einem dem Winkel reflectirt, unter dem sie aufsteigen, und werden  
ein demnetztuch Bild des ganzen Gegenstandes in der Richtung nach  
den der Distanz des Gesichtspunctes und der Distanz der Linse zu  
gehen. Da dieses Bild der obern Linse näher steht, als ihre  
Brennweite beträgt, so werden die davon ausgehenden Strahlen  
bloß als minder divergirende und nahe konvergiren, und also nur sehr  
wenig, daß das Bild dieser vom Netztuch hindurchgeht und großer  
entworfener wird. Je weiter der Gesichtspunct von der Linse im  
LG absteht, desto weiter steht das Bild ab von der Linse im LG hinab  
entfernt, desto mehr divergirend werden die Strahlen, die von  
den Punkten, welche das Bild machen und nach der Linie im LG an-  
gehen, nach der Distanz im LG hinab: so daß desto weiter entfernt  
das Bild entfernt. Daher bilden sich Entwürfe in deral Gegen-  
stände in der Camera clara perspectivisch ab. Man kann auch in die  
Einrichtung so gemacht, daß die Wand LG vom Spiegel und mehr  
oder noch weiter entfernt werden kann, wodurch das Bild eines andern  
Gegenstandes, welches durch das Glas in LG hindurchgeht, mehr  
oder weniger vergrößert erscheint. Hier das Bild ist kleiner Camera  
clara zu sehen, muß man das Netztuch über das Glas in LG setzen.  
Es ist aber zu merken, daß auf das Glas wenig oder kein sehr  
starkes Licht von andern Gesichtspuncten fallen muß, so man das  
Bild darunter gehörig deutlich sehen will: daher ist es am besten,

ist DF auch einem oben offenen viereckigen, hienach beschriebenen Kasten von Zinn oder Holz zu setzen, in dem man hantirt sieht.

- a) Das Mikroskop der Zauberkammer wird aus Folgendem erbauet. Im Brennpunkte F eines Hohlspiegels ab (Fig. 103.) stelle die Klammer einer Linse. Die divergirenden Strahlen fg, h-, kh werden von derselben als parallele punktförmigen, sie treffen den zweiten Brennpunkt auf das erhabene Glas kl, und werden durch dasselbe zu convergirenden Strahlen gemacht. Ehe sie aber noch in dem Brennpunkte der Linse k zusammenfließen, treffen sie auf die durchsichtige und vermalebte Abbildung aus Glas, die in k H steht. Die durch den Brennpunkt des Glases hindurchgehende gemacht: Die Strahlen sind gewissermaßen selbstständig der Abbildung eine starke Erleuchtung. Sie fallen convergirend auf die größte Mittellinie kl, und werden dadurch noch stärker convergirend: sie treffen in f mit der Linse zusammen, durchdringen sich gegenseitig, und gehen abwärts gerade auf die dritte Glasfläche op, wo sie, weil f außer weit, als die Brennweite paralleler Strahlen ist, als minder divergirende aufstehen. Erst nun der Linse in einem Gehäuse einzuwickeln, das sich nach der Seite der Linse zu öffnen ist, so wird in einem dunkeln Zimmer auf der rechten Hand hda ein bedeckter Kreis sichtbar, wenn das Schilde ab nicht da ist, der desto größer ist, je weiter die Hand hda von der Zinklampe entfernt steht, der aber auch desto mehr in der Distanz seiner Erleuchtung abnimmt. Das letzte Glas op mag von nun mehr entfernt oder ihm mehr genähert werden können, damit die durch dasselbe hindurchgehenden Strahlen mehr oder mehr divergirend gemacht werden können. Wird das Schilde an seinem Orte AD entfernt, so wird die Linse des Hohlspiegels auf der Hand hda ab, und zwar gerade ist, wenn der Durchbruch der Strahlen in f. So aber eigentlich von den Punkten des Brennpunktes der Linse in AB nicht einzelne Lichtstrahlen, sondern Strahlenbündel ausstrahlen, deren Strahlen durch die Linse in op wider die convergirenden werden; so wird das Bild auf der Hand hda nur von einer Art der Entfernung bestehen von der Linse op die getrennte Distanz haben, nehmlich nur abhaken, wenn die Distanz genähert ist der Strahlen einzelner Strahlenbündel gegen auf die Hand treffen. Es darf nicht der Fall, so weit man die Linse op, oder die ganze Einrichtung, so lange vorziehen, bis das Bild die getrennte Distanz hat. Damit das Bild genau werde, stellt man das Schilde in AB vor. Zieht man das Bild in einen aufsteigenden Raum so hin, so bildet es einen körperlichen Raum ein, welcher nach und nach die ganze Erscheinung hervorbringt. (Das Glas kl ist entbehrlich.)

- b) Das Sonnenmikroskop, dessen Erfinder der selb. Erbkühn ist, ist von der Zauberkammer dadurch unterschieden, daß die Erleuchtung dabei durch das ungleiche Lichter Sonnen wird erhalten wird. Es wird eine in der Ordnung des hundertjährigen hda eine starke Lichtreflexion, und durch Brechung zu convergirenden gemacht: ehe sie aber noch in dem Brennpunkte der Linse zusammenfließen, treffen sie in dem Mikroskop, wenn man sie geben läßt, auf einen kleinen durchscheinenden Gegenstand, der in einem Objektträger gehalten wird, und geraden ihm so eine sehr starke Erleuchtung. Die das

den ausfallenden Lichtstrahlen gehen dann wieder auf eine kleine mit hydrostatische Luftpumpe, die der ersten Pumpe etwas näher steht, als die Summe ihrer Brennweiten beträgt, damit die Strahlen als  $af$  l. divergirende aus  $af$  herausfallen. Will man nun eine weite Wand gegenüber, so bewirkt sich das kleine Object darauf nehmend stark vergrößert, und zwar um desto mehr, je weiter man die Wand davon entfernt, oder je kleiner die Brennweite der mit gleichem Abstand ist. Es ist also doch nur die Position des Objectes, der in allem sie bestimmt, obschon auch die zu betrachtenden Strahlen davon in die Betrachtung, und daher auch die Farbe zeigen, die sie sich haben.

Die nähere Betrachtung dieser 3. Art von Brennweite löst sich am besten durch die Zeichnung der selben und durch ihren Gebrauch.

§. 714. Zehligläser, (§. 703.), namentlich das Planconvexglas, das concavconcave, und conc. concave, zerstreuen die Strahlen, welche von den erhabenen Gläsern gesammelt werden (§. 707), und heißen deswegen auch Zerstreuungsgläser. 1) Parallel mit der Achse darauf fallende Strahlen werden nach dem Brechen divergirend, und haben eine Richtung, als wenn sie alle aus einem Punkte kämen, der auf der andern Seite des Glases liegt und der Zerstreuungspunkt (Punctum dispersum) oder der eingeblidete auch negative Brennpunkt heißt, 2) Divergirend darauf fallende Strahlen werden nach dem Brechen noch mehr divergirend; und 3) convergirend auffallende werden entweder weniger convergirend, oder parallel, oder gar divergirend, je nachdem ihre Convergenz größer oder geringer ist.

1) Es sei Fig. 104. auf die biconcave Glaslinse ab der Strahl op, so wird er, weil er senkrecht auf den Flächen der Linse steht, ungebrochen nach b hindurchgehen. Mit diesem laden die Strahlen ad und ac parallel. Sie werden auf dem Einfallspunkte der ersten Krümmung der Linse dem Einfall gleich zugelenkt, und beim Austritte aus der andern Krümmung vom Einfallspunkte halbfertig abgelenkt, nach erhalten der Richtung nach t und l. Es fallen also divergirend aus, so, als wenn sie, ohne die Linse, von F herkämen. Diesen Punkt P nennt man daher auch den eingeblideten Brennpunkt der parallelen auf die Linse fallenden Strahlen.

2) Es seien (Fig. 105.) von dem Punkte d die divergirend ausgehenden Strahlen af, ag und ah auf die biconvexe Linse ab. Der Strahl ad geht ungebrochen durch nach l, da er senkrecht darauf steht; die Strahlen af und ag hingegen werden durch die doppelten Brechungen, auf beiden Flächen der Linse in die Richtungen nach k

wird in gekrümmt, und soherm so aus dem Glase, als ob sie von o her kämen. Da der Winkel klein größer ist, als  $\sin \alpha$ , so ist die Divergenz der Strahlen vermindert.

- 2) Es laßen (Fig. 105.) die convergirenden Strahlen  $k, l$  aus  $m$  auf die Linse  $ab$ , sie werden durch die Brechung nach  $d$  zu einem und dasselb  $d$  zusammengebracht. Da nun  $k$  kleiner ist, als  $k_{\text{kon}}$ , so ist die Convergenz vermindert.

Wenn die convergirenden Strahlen  $r, k$  (Fig. 105.) nach dem imaginären Brennpunkte  $f$  der biconvexen Linse ab gesendet sind, so werden sie durch die Brechung zu dem Punkte  $m$  da,  $po$ , um.

Wenn endlich (Fig. 106.) die convergirenden Strahlen  $r, k$  nach  $o$ , als der doppelten Brennweite der Linse  $ab$ , zu gesendet sind, so werden sie nach der Brechung so divergiren, als ob sie von der doppelten Brennweite der Linse auf der andern Seite herkämen.

\* \* \*

„Die eben (§. 703 Anm.) entwickelten Formeln finden eben so wohl bei der Reflexion, als bei der Refraction ihre Anwendung; nur muß man in der Anwendung  $o$  als bestimmten Punkt den Halbmessern concavet Flächen das Zeichen — geben.“

- 1) „Für doppelt concave Gläser ist so wohl  $f$  als  $g$  negativ: also  $\frac{1}{p} =$

$$= -\frac{n-1}{f} - \frac{n-1}{g} \quad (n. 4); \text{ oder } p = \frac{-fg}{(n-1)(f+g)} \quad (n. 6);$$

$$\text{also wenn } n=1; p = \frac{-fg}{f+g}; \text{ wenn ferner } f=g; p = -\frac{f}{2}."$$

- 2) „Für planconvexe Gläser ist ein Halbmesser z. B.  $g$  unendlich, und der andere negativ zu setzen; man hat also  $\frac{1}{p} = -\frac{n-1}{f} \quad (n. 4);$

$$\text{also } p = -\frac{f}{n-1} \text{ oder wenn } n=1; p = -\infty."$$

- 3) „Für ein convergirendes Glas ist ein Halbmesser z. B.  $g$  negativ und kleiner als  $f$  zu setzen; man hat also  $\frac{1}{p} = \frac{n-1}{f} - \frac{n-1}{g}$

$$(n. 4) \text{ oder } p = \frac{fg}{(n-1)(f-g)} \quad (n. 6); \text{ und wenn } n=1, \text{ so ist}$$

$$p = \frac{-fg}{f-g}."$$



g) „Da  $p$  in allen diesen Fällen negativ wird, so muß man in der Formel  $\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}$  (u. 5)  $p$  negativ, also in der Nennung auf Zerstreuungsgläser, ablesen  $-\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}$  lesen.“

§. 715. Da die Hohlgläser die Strahlen, welche divergirend von einem Gegenstande ausgehen (§. 714.), zerstreuen, und der Punkte des Bildes eines Gegenstandes nur da gesehen werden kann, wo zwei unendlich nahe einfallende Strahlen sich durchschneiden (§. 682.), dieses aber in Hohlgläsern nicht geschieht: so sieht man, daß sie auch kein wirkliches Bild von den Gegenständen machen können. Da sie aber aus dem Glase in einer solchen Lage aus einander fahren, daß sie rückwärts verlängert hinter dem Glase in einem Vereinigungspunkte zusammenlaufen würden, so nimmt man diesen eingebildeten Vereinigungspunkt der Strahlen von einem Objecte als das Bild des Objectes an. Dieses Bild ist aber nur ein mathematisches, und kein physisches Bild. („Wenn indessen ein durch ein Sammelglas gemachtes Bild die Stelle eines Objectes für ein Zerstreuungsglas vertrete, so können Fälle vorkommen, wo auch das letztere ein wirkliches Bild hervorbringt.“)

„Eine vollständige Aufklärung über alle möglichen Fälle, welche bei beiden Arten von Gläsern vorkommen können, habe ich in meinem Lehrbuch der mechanischen Naturlehre (Berlin 1808) im achten Abdrucke gegeben.“

## Verschiedene Brechbarkeit des farbigen Lichts.

### Newton's Farbentheorie.

§. 716. Mit der Brechung des Lichts in durchsichtigen Medien von verschiedener Dichtigkeit ist noch ein anderer merkwürdiger Erfolg verbunden, nemlich die Trennung des weißen Lichtstrahls in mehrere gefärbte. Wenn man diesemnach ein dünnes Bündel weißer Sonnenstrahlen FO (Fig. 107.) durch eine kleine runde Öffnung von ohne



geföhrt 3 Fuß im Durchmesser in ein dunkles verfinstertes Zimmer so fallen läßt, daß es von einem gläsernen horizontal gestellten dreiseitigen Prisma P aufgefangen wird, so wird der Strahl nach dem Durchgange durch s Prisma auf der vertical stehenden Wand in l kein rundes und weißes Bild der Sonne machen, wie er thun müßte, da bey der Brechung in ebenen Flächen parallele Strahlen parallel bleiben (§. 701); sondern man sieht auf der Wand ein längliches Farbenbild (Spectrum) BC, des an den beyden Seiten durch gerade parallele Linien, oben und unten aber durch Eckelbogen begrenzt ist, und aus folgenden über einander liegenden, in einander fließenden, und verschiedentlich gefärbten Streifen besteht, nemlich von unten nach oben so: roth, orange, hellgelb, grün, hellblau, indigoblau, violett.

§. 717. Ehe wir zur Erklärung dieses an fruchtbaeren Folgerungen so überaus reichen Phänomens übergehen, das seit Newton den Namen der verschiedenen Brechbarkeit des Lichts (*Diversa refrangibilitas flaminum lucis*), erhalten hat, wollen wir erst noch mehrere Umstände des Phänomens näher betrachten, die zur Erläuterung der Theorie des unsterblichen Erfinders und seiner darauf gebauten Lehre von den Farben abzuwecken.

*Optice, lib. de coloribus, refractionibus, inflectionibus et caliditate lucis, l. III, auct. Is. Newtono, lat. recid. Sam. Clarke, Lond. 1706. 4.*

§. 718. Die Breite des auf der Wand in BC (Fig. 107.) hervorgerufenen Farbenbildes ist die des weißen Kreises, der ohne das Prisma von dem Strahlenbündel FG, an der gegenüberstehenden Wand BC gebildet werden würde, die Länge des Bildes übertrifft die Breite desto mehr, je weiter man das Bild auffängt; in einer Entfernung von 16 bis 20 Fuß hinter dem Prisma, etwa fünfmal. Wenn man die Länge des Farbenbildes = 1 setzt, so beträgt die Höhe des rothen farbigen Streifens  $\frac{1}{10}$ , des orangefarbenen  $\frac{1}{15}$ , des hellgelben  $\frac{1}{12}$ , des grünen  $\frac{1}{10}$ , des hell

hellblauen 8, des indigoblauen 7, des violettblauen 3. Theilt man die Peripherie eines Kreises nach Verdünnung dieser Räume ein, so kommen für das Rother 45, für das Orangegelbe 27, für das Hellgelbe 48, für das Grüne 60, für das Hellblaue 60, für das Indigoblaue 40, und für das Violette 30 Grade dieser Peripherie.

Die vier angegebenen Newtonischen Verhältnisse sind nur als obige zu betrachten, welche bei dem Vertheilung der Farben im Auge sich finden, und nicht die wirklichen Verhältnisse der Farben selbst.

§. 719. Wenn man die durch das erste Prisma hindurchgehenden gefärbten Strahlen (Fig. 105) durch die Entfernung von einem Auge durch ein zweites Prisma AB, dessen Achse vertical gestellt ist, gehen läßt, so erscheint das Farbenspektrum auf der Wand mit umgekehrten Enden und in seiner Farbe dem ersten ähnlich, aber in einer geringsten Stellung MN.

§. 720. Wenn man in dem Versuche (Fig. 107) nur durch ein Glas, die gleichförmig gefärbte oder ungleichförmig gefärbte, und auf beiden Flächen eben sind, hinter das Prisma in der Entfernung von einem Auge in die aus demselben hervorgehenden gefärbten Strahlen hält, so läßt jedes Glas nur diejenigen gefärbten Strahlen durch, die es im gegebenen Grade zeigt, und die durchgehenden Strahlen bilden auf der Wand einen einzigen, gleichförmig gefärbten Kreis, dessen Durchmesser die Breite des Glases hat.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Verf. sich mit gewissen gefärbten Gläsern versetzt oder = Abänderungen der Farben, und der Verf. hat hier den unter §. 721. erwähnten Unterschied zwischen einfachen und zusammengesetzten Farben nicht bemerkt.

Das nächste Glas muß in eine solche Kerne gestellt werden, daß es genau die mit Hilfe einer convexen Linse zuvor vereinigte und zur Krümmung zu bringen den hervorgehenden Kreis aufnimmt, wo sie sich vereinigen, so daß das zweite Glas, welches aus der Vereinigung hervorgeht, genau in das gefärbte Glas faßt und von hier das zweite ist.

§. 721. Man lasse einzelne gefärbte Strahlen, die aus dem ersten Prisma *SVI* (Fig. 1. 9.) herkommen, in einer hinlänglichen Entfernung durch eine kleine Oefnung *X* eines vertical gestellten Brettes *PQ* gehen, und, um die darüber oder darunter befindlichen andern gefärbten Strahlen desto besser abzulondern, sie noch einmal durch die ebenso große Oefnung eines andern Brettes *pr* treten, das mit dem ersten parallel und etwa 10 bis 12 Fuß davon gestellt ist. Die durchgehenden Strahlen fange man mit einem zweiten Prisma *sv* auf, so wird der einfach gefärbte Strahl *a* *f* der Wand *xy* nach diesem zweiten Brechen in der That unverändert erscheinen und ein kreisförmiges Bild auf der Wand machen. Durch sanfte Umdrehung des ersten Prismas *SVI* kann man nach und nach alle einfach gefärbte Strahlen des siebenfachen Farbenbundes durch das Loch in *X* bringen. Wenn sie nun so alle einzeln nach und nach unter einem Einfallswinkel auf das zweite Prisma *sv* gebracht worden sind, so wird man wahrnehmen, daß der rothe Strahl auf der Wand *xy* am niedrigsten noch *z* zu, der orange- oder gelbe etwas höher, der gelbe noch etwas höher, wie so weiter fort, nach der Reihe der Farben im Farbenbilde *z* *n* und auf zu liegen kommen. Der rothe Strahl wird also weniger gebrochen, als der grüne; dieser weniger, als der blaue; und der violette am stärksten. Die verschiedenen Strahlen des siebenfachen farbigen Lichts in dem Farbenbunde des Prismas haben also ein verschiedenes Brechungsverhältniß in einerley brechenden Mittel.

4. Das dritte Merkmal, das ein Kunstschüler in der Farbenlehre zu erkennen, so ist viel Mühe aufzuwenden. Das Prisma muß zuerst von links die Lichter in den beiden Schwarz, oder nicht ganz schwarzen Stellen müssen so klein sein, daß der aus denselben stehende ausstrahlende Strahlstrahl nur noch sichtbar ist, und dann muß das Prisma aus beide entfernt sein, um diesen Strahl auch ganz zu sehen, noch sieht zu können. 3."

Wenn wir das jungfräuliche Bildnis des dem wir-  
klich oder dem Gemalten des Gartenbildes — sehen, so ist der  
Zweck ganz, wenn das Bild aus einem and. derselben Gattung  
die Zeit ist, in dem Jahre des Gartenbildes:

für die rothen Strahlen von der untersten Bränze des Farbenbildes bis zur Bränze des Transparenz  $\rightarrow 1,54$  bis  $1,51751$

für die orangefarbenen bis zur Bränze des Gelb  $\rightarrow 1,543$  bis  $1,501$

für die bengelben bis zur Bränze des Grün  $\rightarrow 1,546$  bis  $1,51667$

für die grünen bis zur Bränze des Violett  $\rightarrow 1,54707$  bis  $1,551$

für die violettblauen bis zur Bränze des Indigo  $\rightarrow 1,55$  bis  $1,55555$

für die indigoblauen bis zur Bränze des Violett  $\rightarrow 1,55555$  bis  $1,55555$

für die violetten bis zur obersten Bränze des Farbenbildes  $\rightarrow 1,55555$  bis  $1,55$

Die größte Brechbarkeit des violettblauen und die kleinste des rothen Strahls ist also gegen einander wie  $1,551 : 1,54 \rightarrow 74 : 77$ .

Dies sind Newtons sehr sorgfältig gemachte Bestimmungen, die aber nur für das gemeine Beobachten, das wenig oder nichts mehr enthält, als guttlich anzuwenden sind. B 11 7

§. 722. Man lasse auf ein rechtwinkliges Prisma  $IKL$  (Fig. 10.) im finstern Zimmer ein Bündel Sonnenstrahlen so fallen, daß es auf die Fläche  $IL$  des Prismas fast perpendicular zu stehen kommt, so wird es durch diese Fläche ungebrochen fortgehen, aber beim Austritte aus der Fläche  $KL$  in  $M$  gebrochen werden, und ein Farbenbild  $QR$  auf der vertikalen Wand  $NN$  machen. Man dreh nun das Prisma  $IKL$  von  $I$  nach  $K$  allmählig um seine Achse; während man noch ein anderes Prisma in  $VIX$  gestellt hat, dessen zwei breitere Flächen einen Winkel von etwa  $5^\circ$  Gr. mit einander machen. So wie jetzt durch die Umdrehung des Prismas  $IKL$  der Strahl gegen die Fläche  $IL$  unter einem Winkel von  $30^\circ$  Gr. zu fallen anfängt, so wird, wie schon oben (§. 699) bemerkt worden ist, ein Theil des Lichts durch  $M$  nicht mehr hindurchgehen, sondern die Brechung wird sich in Zurückstrahlung verwandeln, und es wird endlich alles Licht reflectirt werden, so wie der Winkel kleiner wird. Bei dieser allmählichen Abnahme des Winkels durch die Umdrehung des Prismas fängt nun ein Theil Licht an, nach  $O$  zu reflectirt zu werden; wird es nun  $h$  er von einem andern Prisma gebrochen, so bildet sich auf der Wand  $PQ$  ein Farbenbild, und zwar zuerst ein violettblaues in  $q$ , hernach auch noch das andere Blau daneben, dann ein grünes in  $r$ , u. s. w., fort, bis zuletzt auch das Roth

in  $\alpha$  dazu kommt, so wie man fortfährt, das Prisma IKL allmählig von  $l$  nach  $k$  umzudrehen. So wie aber die blau gefärbten Strahlen in  $q$  zum Vorschein kommen, so folgen sie an, dem ersten Bilde in  $Q$  zu mangeln; und die Farbe die in  $Q$  zuerst verschwindet, erscheint zuerst in  $q$ , u. s. f. Ein Beweis, daß unter den angeführten Umständen die blauen Strahlen eher reflectirt werden, als die grünen; diese eher, als die rothen, oder daß die brechbarsten Strahlen auch am leichtesten in  $M$  reflectirt werden.

§ 723. Man lasse einen Strahlenbündel durch eine runde Oeffnung in das finstere Zimmer in horizontaler Richtung treten; man lasse ihn in der Entfernung von 10 bis 12 Fuß von der Oeffnung auf eine vertical stehende erhabene Glaslinse LL (Fig. 111.), deren Brennweite 4 bis 5 Fuß beträgt, fallen, und die durchgehenden Strahlen nun durch das nahe dahinter gestellte Prisma GL brechen. Wenn man nun das Juckenbild  $cd$  in der Brennweite der Linse aufstellt, so sieht man es deutlich und schärfe, und die Farben viel deutlicher, als ohne die Linse LL geschehen wäre. Der Strahlenbündel würde ohne die Linse und ohne das Prisma nur auf der Wand den wenig leuchtenden Kreis  $abc$  bilden; durch die Linse allein, ohne das Prisma, würden die Strahlen zu convergirenden werden, und also einen kleinen Kreis machen, dessen Centrum mit dem des vordern Kreises  $abc$  übereinstimmt. Durch das Prisma wird der convergirende Strahlenkegel des weißen Lichts in so viele kleinere zerfallen, als verschiedene Arten des Lichts von verschiedenen Theilen des Lichts (das sind eigentlich ungemischte, in dem weißen Licht enthalten sind; und es zeigen sich auf der Wand die Durchschnitte dieser einzelnen Kegele des verschiedentlich gefärbten Lichts, worin so gleich man jede Art der Farbe in einem kleinen Kreise vereinigt ist. Weil ferner die Mittelpunkte dieser kleinen Kreise verhältnismäßig  $q$  eben so weit von einander abliegen, als die der größten in einander stehenden des Farbbandes  $kl$ , das ohne die Linse LL erhalt-

ten werden kann, so erscheine die Farbe lebhafter und reiner als die Farbe der einzelnen Streifen im gewöhnlichen Farbenbilde t. F. Indessen muß man nicht erwarten, daß in diesem Falle die Kreise wirklich von einander getrennt und abgesondert gesehen werden.

§. 724. Wenn man im finstern Zimmer die aus dem Prisma tretenden gefärbten Strahlen alle durch eine concave Linse auffängt, so hat man im Brennpunkte derselben wieder das weiße, helle und runde Bild der Sonne, das man mit einem weißen Papiere auffangen kann. Hält man dieses näher nach der Linse zu, so erscheint das vorige gefärbte Bild wieder, nur mehr verengere, und in der richtigen Ordnung der Farben. Führt man aber die Strahlen in einer größern Entfernung, als die Brennweite beträgt, dadurch auf, so ist auch das gefärbte Bild wieder da; aber die Farben liegen in umgkehrter Ordnung, wegen der Durchkreuzung der Strahlen im Brennpunkte, und das Bild ist desto größer, je weiter man das Papier entfernt.

§. 725. Wenn man einzelne Bündel der sieben gefärbten Lichtstrahlen nach §. 721. durch eine concave Linse auffängt, so ist das Bild davon im Brennpunkte der Linse gebildet, und hat dieselbe Farbe, als das darauf fallende gefärbte Licht. Die Brennweite der rothen Strahlen ist aber länger, als die der übrigen; die der blauen Strahlen am kürzesten, nach Verhältniß ihrer verschiedenen Brechbarkeit (§. 721. Anm.)

§. 726. Wenn man den durch eine runde Oeffnung in ein finstres Zimmer fallenden Strahlengang in horizontaler Richtung mit einem gläsernen Kezel auffängt, dessen Gestalt, daß die Spitze des Kegels den Strahlen zugekehrt ist: so zeigt sich auf der dahinter stehenden verticalen Wand ein schöner Kreis von den sieben Farben des Prisma, dessen Durchmesser unmerklich größer wird, je weiter man die Wand vom Kezel entfernt, so wie dann auch die Breite der farbigen Flächen zunimmt. Die rothe Farbe liegt nach innen,







Strahlen nicht in einemley Vereinigungspunkte zusammenlaufen, sondern daß es vielmehr für jedes einfache Licht einen eignen Vereinigungspunkt giebt; daß sie folglich auch so verschiedene Bilder machen, als einfache Arten des Lichts in dem weißen enthalten sind. Es deken sich zwar diese verschiedenen Bilder gleichmässig, doch nicht vollkommen; und daher sieht man einen violetten und blauen Rand um die Bilder, die durch erhabene Linsen in dioptrischen Werkzeugen gebildet werden. Es folgt hieraus eine andere Art von Unvollkommenheit (§. 709.) der dioptrischen Werkzeuge, welche man die Abweichung der Strahlen wegen der Farben (*Aberratio ob diversam refrangibilitatem*) nennt.

§. 728. Die Darstellung der gefärbten Strahlen aus weißem Lichte geschieht nicht allein durch Glas, sondern durch jeden durchsichtigen Körper, dessen Flächen brechende Winkel bilden. Nicht allein das Sonnenlicht, sondern jedes andere Licht brennender Körper erleidet im Prisma die erwähnte Brechbarkeit und Absonderung in einfache Farben.

„Einen für Newton's Entdeckungen nicht unwichtigen Erfolg der Brechbarkeit des Lichts, die sich in verschiedenartigen, eben, gleich dicken, als durchsichtige und als in einem Prisma gebogene Platten, wie roth, orange, gelb, grün, blau, violett, und endlich weiß, zeigen (oder einfallendes Lichtes in die Platte einer Schraube werden. Das durchsichtige Prisma, welches das Licht enthält, nur noch eine sehr geringe Dichtigkeit von weißem Licht.“

§. 729. Aus diesen bisher vorgetragenen Erfahrungssätzen (§. 716 — 728) folgt nun nach Newton, daß das weiße Licht aus verschiedenen Gattungen des einfachen Lichts vermischt bestehe, die eine verschiedene Brechbarkeit (*Refrangibilität*) besitzen, deren Verhältniß im 721. §. angegeben worden ist; und die eben aus dieser Ursache, wenn sie in der Vermischung, als weißes Licht, gleichen Einfallswinkel in der brechenden Fläche hatten, nicht gleichen Brechungswinkel haben können, folglich nun von einander abgesondert werden müssen und die ihnen eigenthüm-

liche Farbe zeigen. Von dieser Verschiedenheit der Brechbarkeit der verschiedenen Gattungen des farbigen Lichts, die zusammen das Weiße ausmachen, rührt es nun her, daß das Farbenbild (§. 718) länglich wird. Denn, wenn man gewöhnlich nur die erwähnten sieben Gattungen des farbigen Lichts annimmt, so giebt es doch eigentlich in jeder Art unzählige Verschiedenheiten der Brechbarkeit, die zwischen der größten und kleinsten Brechbarkeit inne liegen. Wenn wir also erst auf diejenigen der sieben Gattungen des farbigen Lichts Rücksicht nehmen, die die größte Brechbarkeit besitzen, nämlich die äußersten violetten, so würden sie in der angeführten Erfahrung für sich allein ein kreisrundes Bild der Sonne auf der weißen Wand machen müssen, wenn das Prisma die gehörige Stellung hat. Kommen nun hierzu noch die zunächst darauf folgenden milder brechbaren violetten, so würden auch diese einen violetten Kreis bilden, der das Bild der Sonne ist, dessen Mittelpunkt aber nicht dem des vorigen nahe zusammenfällt. So geht es nun fort, durch alle unächthige Gattungen des violetten Lichts bis zu den am meisten brechbaren Gattungen des Indigo lauen Strahlen, und so weiter bis herab zu den am wenigsten brechbaren rothen. Es entstehen also lauter ein oder mehrere Kreise der ungleich vertheilten Arten des farbigen Lichts, wovon wir freilich nur sieben weiß es ohne Gattungen des Lichts, nach der Veränderlichkeit unserer Einrichtung, unterscheiden können, von denen wir aber doch wahrnehmen, daß keine scharfe Gränzlinie diese sieben verschiedenen Gattungen von einander absondert. Es wird es nun einleuchtend, warum das Farbenbild zur Seite durch parallele gerade Linien, oben und unten aber durch Zirkelbogen begrenzt ist. Die längliche Gestalt des Farbenbildes ist also bloß Folge der verschiedenen Brechbarkeit, und die Erfahrung im 719 §. bestätigt es vollkommen. Denn, wenn sie nur von der kleinen Dispraction des Lichts herrührte, so müßte die zweite Brechung (§. 9. 108.) es näher auch in der Breite ausdehnen;

und dann müßte das neue Farbensild die Figur des Quadrats *ABCD* haben, was nicht ist. Die Erfahrungen des 720 723., 725 und 726 § setzen es endlich außer allen Zweifel, daß aus dem weissen Lichte verschiedene Gattungen farbigen Lichts entspringen können, die eine verschiedene Brechbarkeit besitzen; und der Versuch im 721 § beweiset nun noch insbesondere, daß die verschiedenen einzelnen Gattungen des farbigen Lichts die ihm zukommende Brechbarkeit eigenthümlich haben, und daß ihre Farbe unveränderlich und von ihnen ungetrennlich ist. Die Entdeckungen dieser Thatsachen durch die angeführten analytischen Untersuchungen bestätigte Newton durch synthetische Versuche, dergleichen der 724 §. enthält, und verschaffte so seiner unsterblichen Theorie denjenigen Grad von Evidenz, der bey Gegenständen der Erfahrung nur zu erreichen möglich ist.

Newton's oben (S. 717) angeführtes Werk; engl. desselben *Locationes opticae*, im latein. *opusculum mathematicum, philosophicum et physicum*. T. II. *Leipsaniae et Lipsiae* 1716. 4. S. 73 ff.

„Newton's Ansicht in Folge sind die farbigen Strahlen im weissen Lichte nicht sowohl chemisch gemischt, als vielmehr durch mechanisch gemischt. Die erste Ursache dieses zur Trennung dieses Lichte dazwischen der unvollständigen Widerstand des durchgehenden Lichts, welcher wegen der verschiedenen Farbestrukturen der Materie wirkt, und den der höchsten Trennung des zur Trennung der einzelnen Farbestrukturen führt. So dicker zu der Materie gelangt, erleidet dabei auch keine Veränderung. Namentlich ist dieses der Fall im Lichte, wenn man den Widerstand von der Materie entfernt, wo die Widerstände der Materie ein Hindernis sind, so wird es möglich sein. Dabei entsteht nun, Newton's Ansicht gemäß, die Trennung des Lichts, so wie sie in der Schattirung des Lichts zu beobachten ist, und ist also. Zu dem Zweck dient diese Farbestruktur als Kanal zu einem bestimmten Punkt, so wie um den Körper jedes einzelnen Atombaus, aus dem das Licht besteht.“

§ 720. Ungeachtet also zwar eigentlich unzählige Gattungen des verschiedentlich brechbaren gefärbten Lichts in dem weissen Lichte enthalten sind, so können wir doch, weil wir sieben Gattungen davon unterscheiden, nämlich Roth, Orangegelb, Gelb, Grün, Gelbblau, Indigoblau und Violett, diese mit Recht als sieben verschiedene Gattungen des einfachen Lichts ansehen, wobei

wir aber in jeder Gattung allmähliche Abstufungen von dem am meisten bis zu dem am wenigsten brechbaren dieser Gattungen annehmen müssen.

§. 731. In sofern die einzelnen Strahlen dieser sechs Gattungen des Lichts durch wiederholte Brechungen oder Zurückstrahlungen (§. 721.) nicht in der Farbe geändert, und in Licht von andern Farben zerstreuet oder zertheilt werden, so müssen wir sie für einfach anerkennen. Solches Licht, dessen Farbe durchs Brechen nicht weiter veränderlich ist, heißt *homogenes Licht*; und solches, das durchs Brechen verschiedenlich gefärbte Strahlen zeigt, *heterogenes Licht*. Dieses heterogene Licht kann dem homogenen Licht in der Farbe so ähnlich seyn, daß das Auge keinen Unterschied wahrnehmen kann; aber die damit veranlaßte Brechung durch ein Prisma zeigt die Zusammensetzung im ersten und die Einfachheit im letzten bald. Solche Täuschungen haben mehrere vergebliche Widersprüche gegen Newton's Theorie veranlaßt.

Nach Newton sind nur drei Gattungen des farbkern Lichts im Farbreiche einfach, nemlich Roth, Grün und Violet, doch so, daß es in jeder dieser drei Farben Strahlen von verschiedener Brechbarkeit gibt, die wegen des Wärmegrades, Geruchs, Gehörs und Induciblen, zusammengesetzt das Graue und aus dem abhaltenen rothen und schwachen grünen Licht; das Weiß aus dem letztstärksten rothen und dem schwächsten grünen; das Gelbe aus dem acutesten blauen und dem acutesten rothen; und das Indigo aus dem schwachen grünen und dem schwächsten violetten Licht.

Versuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts, angeführt und beschrieben von Christ. Ernst Wulstsch. Lemn. 1791 d.

Man hat meistens geglaubt, daß die reine Farbe des Farbreichs des rein homogenen Lichts herrsche, oder einfach sey, so was auch durch Vermischung des blauen und grünen Lichts ein grünes Farbreich bilden könnte. Es sollen 1. A. 1781. 18. in ein halbes Zentner auf beiden über einander stehenden Prismen G und A zwei sehr schwache Strahlen jeder des reinen Lichts d und l; und zwar so, daß von einem Prisma G der brechende Winkel eben, von dem andern A nicht. In dem aus dem Prisma G hervorkommenden farbigen Strahlen liegt aus sechs zu ersiehenden 11 Farben der erste Strahl oben, der vierte unten; im andern Prisma 2 ist es umgekehrt. Man laßt einige gefärbte Strahlen dieser beiden Prismen durch ein drittes sehr kleines Prisma L und D in dem verticalen Orte A d. 126 in dinständiger Entfernung von den Prismen gestellt wird, und



den zerstreuende Kraft eines Mittels geringer seyn, obgleich die Brechkraft desselben größer ist, als in einem andern; und so kann auch die Verkürzung des Brechungswinkels, z. B. der rothen Strahlen zu der Verkürzung desselben der violetten Strahlen, in verschiedenen brechenden Mitteln in verschiedenen Verhältnisse stehen.

Auf diesen Satz, den Newton noch nicht kannte, gründet sich die Erklärung der achromatischen Fernsicht.

„Erstedor v. Fritschmann braunt die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstrahlen, um die Entfernung leuchtender Gegenstände zu bestimmen, wie sie dieselben dabei in den, um den Beobachter eine gleiche Menge Licht zu senden. Gedruckt in Jena, bei Ebermeyer, Buchh. und Zeit. 1711 S. 269.“

„Das durch gefallene durchsichtige Mittel brechete Licht, wird nur um so mehr zerlegt, je dünner es in dem Mittel vertheilt, d. d. je größer der Durchmesser, dem es innerhalb d. d. sich zerlegt. Newton hat sich, warum z. B. Halley seine u. d. d. gehalten Hand od. d. d. nach und nach ganz erlosche.“

§. 734. Wir können nun aus dem bisher Vergtragenen Anwendungen zur Erklärung der Farben (Colors) machen, welche die Körper zeigen. Wenn das Sonnenlicht nur aus einerley Gattung des homogenen Lichts bestände, so würde nur einerley Farbe in der Welt seyn. Die Verschiedenheit der Farben, welche die leuchtenden oder erleuchteten Körper zeigen, rührt folglich daher, daß sie Strahlen einer oder mehrerer Gattungen ausströmen oder zurückwerfen, die in unsern Augen besondere Empfindungen hervorbringen, aus welchen die Vorstellung der verschiedenen Farben verknüpft ist.

§. 735. Die weiße Farbe entsteht also, wenn ein Körper die weißen Lichtstrahlen anzieht, oder auch Licht von allen Gattungen in gehörigem Verhältnisse, in unser Auge schickt; und sie ist also eine Vermischung aller Grundfarben im gehörigen Verhältnisse. Ein Körper erscheint roth, orange, grün u. s. w., wenn er nur rothes, oranges, grünes Licht auf unser Auge sendet, welches aber eben sowohl einfach, als aus mehrerl. y Art aus den einfachen Grundfarben gemischt seyn kann. (§. 731.)



Schwarz ist die Abwesenheit alles Licht's und aller Farben; und das absolute Schwarz entsteht, wenn ein Körper gar kein Licht in unser Auge sendet.

[illegible]

Vergl. auch Lachar's Brief in Silber's Ann. V. S. 272.

其

§. 746. Körper von allerley Farben, durch gefärbte durchsichtige Gläser allerley Art betrachtet, erscheinen dem Auge nur in derjenigen Farbe, welche das Licht hat, das das Glas durchläßt, oder welche das Glas in gebrochenem Lichte zeigt. Die Jesuittische, zu welchen sich gegen diesen Soli Menge durch optische Täuschungen verleiten ließ, hat Le Genist gut gelehrt.

Monat über einige Eigenschaften des Silbers, in Gren's Journ.  
der Physik, B. II. S. 190. Ueber die Farbe, welche erst nach der  
Aufsicht der Magnetsäule zeigt, wenn man sie durch rot und gelb  
gelte Lichter, von Le Stahl, in Gren's Journal der Physik,  
B. VI. S. 165.

1. Brühl oben 3. 723. Num. Das beschriebene Licht enthält indess  
 doch noch nicht oder weniger weißes, durchs Filtrum in die Haupt-  
 farben zerlegbares Licht. Auf gleiche Weise, wie das von farbigen  
 undurchsichtigen Körpern reflectirte Licht, neben dem das Farbe ent-  
 sprechenden Farbenlicht, auch weißes, prädominirendes Licht  
 enthält und zwar um so mehr, je weniger tief das Licht in der Masse



des Erzeugt vor der Reflexion abdrücken war. *Verh. meine Experim. v. d. Licht. Kap. V. G. Protot. überd. Phys. B. II, p. 270 f. und Prevost in den Ann. de chim. 1517. Poynter S. 132. Nr. 1.*

§ 737. *Erleuchtete Körper, durchs Prisma betrachtet, zeigen an ihren Rändern, wo Hellheit und Dunkelheit, Licht und Schatten, mehrere oder sich wädhers Erleuchtung, an einander gränzen, farbige Säume. Von Größe hat die man nicht alle Abwechselungen der Phänomene, die hierher Statt finden, gesammelt und beschrieben; hier genüge es, nur einige der hauptsächlichsten Erscheinungen dieser Art anzuführen, da sich die übrigen alle darauf beziehen*

- 1) Weiße, einfarbige, und schwarze Flächen, wenn sie durchaus gleichförmig und einfarbig sind, zeigen durchs Prisma keine Farben: aber diese zeigen sich an allen Rändern.
- 2) Ein weißer Streifen auf schwarzem Grunde erscheint, wenn der brechende Winkel des Prismas nach unten zu gekehrt, und der Streifen der Länge nach vor dem Auge ist; oben mit einem rothen und gelben, und unten mit einem hellblauen und violetten Saume; die beiden letztern streifen ins Schwarz hinein.
- 3) Wenn der weiße Streifen nicht zu breit ist, und der Lucre nach vor dem Prisma, oder parallel mit der Achse desselben steht, so erscheint er mit einem rothen, gelben, hellblauen und violetten Streifen ganz bedeckt; und wenn er weit genug vom Prisma entfernt ist, so ist auch noch ein grüner Streifen in der Mitte zwischen dem gelben und hellblauen, oder der gelbe Streifen wird ganz zu einem grünen.
- 4) Wenn ein schwarzer Streifen auf einem weißen Grunde durch ein Prisma so betrachtet wird, daß der brechende Winkel des Prismas nach unten zu gekehrt ist, so zeigen sich die vorigen Erscheinungen umgekehrt.

Es ist nemlich der schwarze Streifen oben mit einem hellblauen und violetten, und unten mit einem gelben und rothen Saume umgeben. Die letzteren strahlen in die weiße Gränze herein.

- 5) Wird dieser schwarze Streifen auf weißem Grunde parallel mit der Achse des Prismas gelegt, so erscheint er, durchs Prisma betrachtet, mit farbigen Streifen ganz bedeckt, nemlich mit einem hellblauen, violetten, rothen und gelben. Ist er hinlänglich weit vom Prisma entfernt, so wird die hochrothe Farbe pfirsichblühend roth.

- 6) Wenn der brechende Winkel des Prismas, durch den man sieht, nach oben zu gerichtet ist, so werden sich alle vorgenannte Phänomene (1—5, umgekehrt gegen, so daß: B. im erstern Falle der weiße Streifen auf schwarzem Grunde oben mit einem violetten und hellblauen, und unten mit einem gelben und rothen Saume umgeben ist, u. s. w.

Die Erklärung dieser und ähnlicher Phänomene folgt aus den bisherigen Sätzen der Newtonschen Theorie des Lichts und der Farben leicht, wie ich anderswo gezeigt habe.

J. W. von Götze Beiträge zur Optik. Wimar. II. 8. Erstes Stück 1799. Zweites Stück 1799.

In Aufhebung der unklaren Erklärung dieser Phänomene, die man sich jetzt ist, wobei man aber viel Worte machen muß, wenn man sie Anfangs nicht ganz verstehen will, verweise ich auf ein neues Aufsch. von mir: Einige Bemerkungen über Herrn von Götzes Beiträge zur Optik; im Journal der Physik, B. VII. S. 3 ff.

Vergl. zur Farbenlehre, von v. Götze. Th. I—II. Lubinacien 1799. X — v. G. erwartete Newtons Theorie, u. zeigte die ganze weiße Wand in verschiedenen Stellen gelinde zu sehen, als er die selbe durchs Prisma betrachtete, daß oder nur nur jeder, der diesen und ähnliche Versuche anstellt, dort Farbe, wo Dunkelheit an der Stelle erscheint, glaubt daraus so fern zu wählen, daß eine Stränge nicht mehr da sei, wenn Farben nicht da wären, oder daß Farbe nur dort werde, wo Hellheit vom Leuchten, oder umgekehrt Trübe vom Leuchten bedeckt werde. Hiernach sollte das Jüngere (reine) Trübe so gut sein, als das Ältere (unreine) Trübe (so ist das Ältere), und folgendermaßen folgen. Grundphänomene enthalten die Ordnung



Verhältnissen mit einander verbunden seyn können, in das Auge schiden. So entstehen also auch die vermischten oder zusammengefügten Farben; und vielleicht ist kein Ab der in der Natur, der nur homogenes Licht einer einzigen Art zur Ursache.

§. 740. Um zu erklären, wie es zugeht, daß ein Körper eine gewisse Farbe zeigt, müssen wir freilich annehmen, daß die verschiedenlichen Materien in der Natur eine Kraft haben, gewisse Gattungen des homogenen Lichts mehr zu binden, zu fixiren, und ihre Eransflußkraft unhaltig zu machen, als andere Gattungen, wodurch dann diese letztern nur allein wieder zurückstrahlen vermögend sind, und durch die mannigfaltigen Verhältnisse, in denen sie vermischt seyn können, die Mannigfaltigkeit der Farben und ihre Nuancen hervorbringen. So würde also z. B. ein Körper grün aussehen, wenn er entweder nur das grüne Licht, das im weißen enthalten ist, zurückstrahlte, alle andere Gattungen aber, woraus das letztere besteht, einsaugte und fixirte; oder auch, wenn er gelbes und violettes Licht zugleich reflectirte, die übrigen Gattungen des homogenen Lichts hingegen bände. Schwarz wäre der Körper, der alle Gattungen des Lichts einsaugte; weiß, der alle Gattungen im weißen Lichte reflectirte. Ich werde auf diesen Gegenstand nachher wieder zurückkommen.

§. 41. Wenn ein Körper durch die Theilchen auf seiner Oberfläche das von ihm zurückstrahlende heterogene Licht zu gleicher Zeit auch bricht, so erscheint er in verschiedenen Stellungen gegen das Auge von verschiedenen Farben.

Erster vortreten der Fe. Bersefont, die als Geruden Pap. Vong, die  
Zu n. om. 1. le der Zanten, die Platen- und Papasreuleben. Aus  
Kutter folgt der Bersefont, wenn man die Platen- und Papasreuleben  
man betrautet, dann geben, selbst die politischen Wahlen nicht aus-  
genommen.

§. 742. Wenn ein durchsichtiger Körper andere Strahlen reflectirt, als er durchläßt, so erscheint er auch beim reflectiren lichte anders, als beim gebrochenen.

George L. Henshaw, S. Smith

61

Die frische Tinctur des Gieschholzes (*Tinctura ligni nephelici*) sieht nicht dem Kalk ähnlich, der dem Lichte vorzuziehen ist — Die Luft der Atmosphäre legt zwar das meiste merke Kalk ab, so dass sie aber doch noch ein wenig braunes Licht, und nicht eben dinsten in der Luft sich zu sehen lässt.

§ 43. Wenn mit der Veränderung der Mischung eines Körpers auch die Anziehung seiner Theilchen gegen gewisse Partien des Lichts geändert wird, so muß auch wohl seine Farbe geändert werden.

Darauf ändern sich unzählige Farbmaterien, welche der Chemie übergeben sind. S. S.:

Die klare und ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch einen Schmelzpunkt violett, durch einen anderen schwarz. Die Erde erscheint nicht durch gelbste Farbe.

Eben diese Luft aus dem Wasser durch Veränderung ist blau.

Die Luft aus dem Wasser in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

Die Luft aus dem Wasser wird durch Phosphor gelblich, durch Sauerstoff gelblich, durch Wasserstoff gelblich, durch Ammoniak gelblich, durch Wasserstoff gelblich, durch Wasserstoff gelblich.

Die Luft aus dem Wasser wird durch Wasserstoff gelblich.

Die klare und ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

Die ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

Die ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

Die ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

Die ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

Die ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

Die ungeladene Luft aus der Atmosphäre in Wasser wird durch Ammoniak so wie ein blauer Dampf.

§ 44. Ein sehr merkwürdiges Phänomen sind die gesuchten Schatten. Wenn man des Morgens beim Anbruch des Tages in einem Zimmer durch irgend einen Körper, z. B. den Finger, den Schatten einer brennenden Kerze auf ein weißes Papier so fallen läßt, daß zu gleicher Zeit auch von demselben ein Schatten von dem Tageslichte auf das Papier geworfen wird, so wird man den ersten Schatten, welcher dem Kerzenlichte zugehört und vom Tageslichte erleuchtet wird, bei genauerer Aufmerksamkeit darauf hell finden, während der Schatten des Tages-





blau erscheinen, so daß die eine dieser Farbe der andern nachfolgt) und die wie kein Gieße wo Erhöhung ausfallen erscheinen, es sind die Lufttheilchen, die den Boden berührt, oder doch so, daß man sie in einem Augenblicke sieht, wenn man das andere während des Lichtes vermischt, als auch zum Theil durch die, und auch der Dauer der Erscheinung nach beendeter Erscheinung sichtbar. vgl. d. G. S. 140. 141. da in Silber's Aufs. L. V. S. 390. — Wenn ich nach anhaltendem Lesen oder Schreiben plötzlich das Gesicht wegwende, so sehe ich als noch eine kurze Zeit hindurch das Bild der Schrift, besonders der Landkarten, mathematischer Formeln etc. auf neben liegenden weißen Tische und selbst in der Luft schweben, so daß ich einzelne Worte, Zeilen etc. aus dem Gedächtnis erhalte — Das der Zustand ist, erregte mich sehr, weil ich sonst nicht so zu seyn; ich meiner Arbeit nach, so daß ich dieses Schreiben nicht so zu erzeugen, z. B. hier daraus, daß ich im letzten Paragraphen anwende, in dem vorherigen: „Nun ist es vorüber“ etc. Es liegt noch in dem Stande, sehr lange, es gedauert im Denken beständig zu seyn, wenn sie dem Auge nicht entzogen wird. Im J. 1780 hat sich das in 1781 hier sehr oft vorkommen, fast vor der Erscheinung nach beendeter Arbeit, die man in dem vorherigen Paragraphen anwende, in dem vorherigen: „Nun ist es vorüber“ etc. Nach dem, was der Herr Herr in der letzten Zeit mit dem Verstande.

§ 745. Die Durchsicht eines Körpers Länge nicht allein davon ab, daß er Licht in der gehörigen Menge, sondern daß er es auch wirklich in gerader Linie durchläßt. So können zwei sehr durchsichtige Substanzen, die beide das Licht sehr verschieden brechen, undurchsichtig werden, wenn man sie mit einander vermengt.

Wasser in Schaum verwandelt, wird undurchsichtig.

W. und meliertes Wachs und geschmolzenes Zink werden undurchsichtig.

Die Glasarten, die einander anders, hat man durchsichtige, wenn man sie durch das, wodurch man sie durchsichtig macht.

Klares Glas wird durchsichtig, wenn man es in einem Inneren undurchsichtig.

Papier, mit Öl geschüttet, wird durchsichtig.

Undurchsichtige Metalle, wie Eisen werden durchsichtig, wenn man sie durchsichtig macht.

Der Hydrophan und Pyrophor

§ 746. Weil nur fließendes heterogenes Licht von einem anderen durch Brechung abgeleitet, und einige Arten des gefärbten Lichts eher reflectirt werden können, als andere, so können dadurch auch Farbenerscheinungen entstehen, wie z. B. wenn man zwei verschiedene Glaslinsen von langen Brennweiten auf einander legt. Wenn aber bei den Bre-



hungen in verschiedenen Mitteln das Licht bey dem Austritte oben dieselbe Richtung wieder bekommt, die es bey dem Eintritte in das brechende Mittel hatte, so wird es nicht in farbige Strahlen zertheilt.

Musikensack a. a. O. S. 1231 ff.

### Beugung des Lichts.

§. 747. Außer der Reflexion, Refraction und verschiedenen Brechbarkeit des Lichts, hat man noch eine andere Eigenschaft desselben wahrgenommen, die man die Beugung (*Inflexio*, *Distractio* *lucis*) nennt. Grimaldi hat zuerst davon geredet, Newton aber hat das Phänomen näher bestimmt, doch aber auch die Untersuchung darüber nicht vollendet. Als er einem dünnen Sonnenstrahle, der im ersten Zimmer durch die Öffnung ging, deren Durchmesser etwa  $\frac{1}{2}$  eines Zolles betrug, einen dünnen opaken Körper, z. B. ein Haar oder einen feinen Drath, entgegenhielt, so fand er den auf ein weißes Papier davon geworfenen Schatten breiter, als er beym geraden Fortgange des Lichts hätte seyn können, und zu gleicher Zeit an jeder Seite des Schattens drey gefärbte parallele Säume, wovon der, welcher den Schatten zunächst begränzte, breiter war, als der zweite, und von diesem wieder durch einen Schatten getrennt wurde. Bey der gehörigen Entfernung des Papiers war der zweite Saum von einem dritten durch einen dazwischen liegenden Schatten zu unterscheiden; bey großer Nähe des Papiers flossen die beiden äußersten Säume auf jeder Seite in einander. Noch deutlicher wurde diese Säume, wenn er den Lichtstrahl zwischen zwey, nur  $\frac{1}{8}$  eines Zolles von einander abstehenden, Nisterrschneiden durchgehen ließ. Das Licht, das in gerader Linie hätte durchgehen sollen, ward zu beyden Seiten abgelenkt und in zwey Theile getheilt, und ließ zwischen sich einen Schatten, der desto breiter war, je näher er die Schneiden zusammenrückte. Er bemerkte daher auch auf jeder Seite

des Schattens in der Mitte drei farbige Säume, die wieder durch Zwischenschatten von einander getrennt waren. Der Rand des ersten Saums an der Gränze des Schattens war violett, dann bemerkte man eine hellblaue, eine grüne eine gelbe und eine rothe Farbe, die diesen ersten Saum auf der andern Seite begränzte. Am zweiten, von dem ersten durch einen schmalen und dünnen Schatten getrennten Saume war der innere Rand blau, die Mitte gelb, der äußere Rand roth; und so war es auch im dritten schmalsten Saume — Das Phänomen ist noch deutlicher, wenn der Strahl zwischen zwei einander sehr nahe gehaltenen dünnen Rändern fester Körper durchgeht, und läßt man unter diesen Bedingungen statt des weißen Strahls einen einfachen farbigen durchgehen, so sieht man abwechselnde, lichte und schattige Streifen. Aus Biot's und Pouillet's Versuchen scheint sich zu ergeben, daß die zwischen den Rändern oder an dem einen Rande befindliche Luft (oder deren Vertreter) es ist, welche gemäß ihrem Begegnen mit den Rändern der festen Körper, und in Folge ihrer Dichte und ihres chemischen Werths, diese mit Farberstreuung verbundene besondere Verhinderung des Lichtes bedingt; jedoch zeigen sich ähnliche Phänomene auch in der Guericke'schen Leere. St."

Physico-mathesis de lumine, coloribus et tenebris, aliquot adnotationibus, auct. P. Franc. Mar. Armandi de Biot 1803 4. Newton Optice, L. III. S. 372 ff. Buchenbrosch. u. a. D. h. 1816 — 1819.

„Biot, in den Annales de chimie et de physiq., 1806 und 1807 und dessen Traité de physique etc. III. S. 707. St."

§. 748. „Hierher dürften, dem größeren Theile ihrer Entstehungsbedingungen zu Folge, auch gehören: die merkwürdigen Farben, welche durch sehr dünne Körperslagen erzeugt werden, wenn dieselben an beiden, oder an einer Seite von andern durchsichtigen Materien umgeben und von reinerem Lichte (besonders den weißen Wolken) getroffen werden. Wir zählen hierzu das sogenannte Irisiren der feine Risse enthaltenden Krystalle, die Farben alter Fenster Scheiben, die Seifenblasen, die über

Wasser ausgebreiteten Tropfen von Oel, oder von seltsamer Ochsen-galle, das Spiel der Oberfläche des frischen Strichholz und Quassienholzincens, der durch Schwefelwasserstoff gefüllten, sehr verdünnten Salzwasserlösungen, des überhitzten Glases, des Laureis- und Sassafrasbaumes, und vorzüglich jene Licht- und Farberphänomene, welche Newton periodisch durch Annahme gewisser Dispositionen oder Ablenkungen der Lichtstrahlen — die er Abwandlungen oder Anfälle einer leichten Durchlassung und einer leichten Zurückwerfung (*Vices tactus reflexionis vel transmissiois*) nannte — zu erklären versuchte.

Nr.

„Brux. Newton's Optic B II. 126. 1te Verb.

Nr.

„Nimmt man nach N. Boyle eine Glasröhre mit einem Aufsatze von Silber; *Lipo. repartitum*, und setzt sie darauf direct auf die Sonne, so kommt das Sonnenlicht aus, so erscheint der Aufsatze so ungedrückt, wie wenn es Wasser. Hängt man darauf die Röhre etwas in den Schatten, so daß sie weiches reflectirtes Licht erhält, so erscheint das Wasser wie kleine grüne, bei noch stärkerem Lichte wie kleine rothe Punkte, und in der Schatten wird die grüne Fläche flacher, so daß eine Vertiefung der Art zum beschreiben Nachhaken ist. Unmöglichkeit des Lichtes zu sehen: denn jede Reflexion ist in die natürlichen Kräfte des Lichtes zu zerlegen. So demonstrieren Newton'sche Versuche aber auch die Fähigkeit des Lichtes zu zerlegen: die Phänomene der sogenannten Farbenreflexion zu zeigen. Merkenswerth ist auch der Unterschied zwischen dem Wasser und dem Silber, das mittelst einer Röhre im Vakuumraum schwebend periodisch und des jenseitigen in Farben periodisch getheilt. Trübs.

Nr.

§. 749. Newton legte nehmlich ein *convexes*, zu einem Fernrohr von ungefähr 50 Fuß gehörendes Objectivglas, auf die flache Seite eines anderen planconvexen, zu einem 14füßigen Telescop gehörenden Objectivglases und drückte ersteres gelinde auf letzteres. Sofort entstand der Farbenkreis, die an Größe und Anzahl zunahmten, wenn der Druck verstärkt wurde, und umgekehrt. Sehr stark gegen einander gedrückt, wurden ihre Breiten ungleich, und — wie auch beim gelinderen Drucke, erschien das Mittelfeld (Mittelpunkte) schwarz, dann dann blau, weiß, gelbe und rothe; violette, blaue, grüne, gelbe und rothe; purpurfarbene, blaue, grüne, gelbe und rothe; grün-



daß er das Eohörometer horizontal auf die Glasplatte setzte, daß diese von allen vier Seiten vollkommen berührt wurde, und aus die Umrechnungen der Eohöhe zählte. Biot a. a. O. S. 349. Umgekehrt berechnete Biot die Dicke des durchsichtigen Blättchens einer Eohöhe von bekanntem Brechungsverhältniß aus der Farbe, welche es beim Durchgange des polarisirten Lichts zeigt, indem diese Farbe nach Verhältniß der Dicke des Blättchens sich ändert; weiter unten und a. a. O. und Silber's Ann. XLVI. S. 14 u. f. Kr."

§. 750. Erasmus Bartholinus machte bereits im Jahr 1669 (*Experimenta crystalli Islandici, quibus mira et insolita refractione detegitur*) auf die doppelte Strahlenbrechung des rhomboidalen Kalkspaths (Islandschen Doppelspaths) aufmerksam, Newton beobachtete dasselbe Phänomen, Huyghens entdeckte die Gesetze desselben, und Laplace führte diese auf die Gesetze der Mechanik zurück. Man fand nemlich, daß alle durchsichtige Krystalle, die nicht den Cubus oder das Octaeder zur Grundform haben, einen durchfallenden Lichtstrahlenbündel zerlegen, daß, während ein Theil auf gewöhnliche Weise gebrochen wird, der andere in Folge einer ungewöhnlichen Brechung fortgeht, welche abhängig ist von der Lage der Hauptachse des Krystalles. Kr."

„Huyghens opp. rel. T. I. tract. de lumine Cap. V. J. E. Gille Bericht in den Schriften d. Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin St. VIII. S. 1—16. Gouy in Gren's R. Journ. d. Phys. II. S. 404. Laplace in Silber's Ann. XXXII. S. 446. Kramp in den Mém. de la Soc. des sc. agricult. et arts de Strasbourg. Partie des sciences. I. 1811. Mém. S. 1. Biot und Arago in Berzel's Journal für Chemie und Phys. I. S. 128. II. S. 364. Berzelius a. a. O. IV. S. 270. Biot Traité de physique etc. III. S. 250 u. Brewster in Schweigger's Journ. X. S. 243. Kr."

„Nach Brewster folgen sich die krystallinischen Materien hinsichtlich ihres Vermögens Strahlenbündel zu spalten, mit abnehmender Intensität in folgender Ordnung: Chromsaures Blei, Kobaltsaures Blei, Zirkon, Diskant, Kobaltsaures Oxentian, Chrysolith, Kobaltsaurer Kalk, Topas, Weinsäure, schwefelsaures Kupfer, schwefelsaurer Kalk, schwefelsaures Eisen. Kr."

„Richt man durch die Eohökel der beiden entgegengesetzten stumpfen Winkel eines rhomboidalen Kalkspathkrystalls in Richtung eine gerade Linie, so heißt diese Diagonale die Hauptachse des Krystalls. Bei der doppelten Brechung theilt sich jeder schief einfallende Strahl so, daß während der eine Strahlentheil gemäß der dem Kalkspathe zukommenden Brechung fortgeht, der andere ungewöhnlich gebro-

thene von der Hauptachse aus den entgegengesetzten beiden Enden des Kreises abgerückt ist. Dem Haupteinfallstrahl  $E$  nach dem  $h$  und  $h'$  zu folgenden geraden  $h$  ist: vorher dann von demselben Punkte  $h$  aus aber entgegengesetzt. Die Einfalligkeit dieser die doppelte Strahlenscheinung bedingenden Verhältnisse zeigt ein schräger Punkt auf weißem Grunde, wenn er durch einen Doppelstrahl gerichtet wird. Jede Farbe haben schwach bei jeder gemachten Richtung der beiden Abstände. Nur in dem einen Falle, wo Strahlen in der Richtung der Achse sich kreuzen, entsteht kein doppeltes, sondern nur ein einfaches Bild. (Hiermit erhält man zugleich ein Verfahren, auf dem Wege des Versuches die Hauptachse des Kreises zu finden.)  $h'$

„Nach Biot muß bei der doppelten Brechung die Hauptachse entweder abstoßend oder anziehend auf Strahlentheile sein. Güttinger, und neueren Vorfahren Wollaston, Malus, Laplace, zu Folge, wird die Brechung des uniaxialen achromatischen Strahls bei einer anziehend wirkenden Hauptachse der Brechung, bei der abstoßend wirkenden verlangsamt. Folgende aus Biot's Traité optique 1<sup>re</sup> Tablette werde zur Erläuterung der erwähnten Beobachtungen und des 154. beschriebenen Versuches dienen.“

Namen der Kreisl. Ma- toren	Verhältnis des gebrochenen Einfall zum Einfallswinkel — bedeutende, außerordentl.		Richtung der Hauptachse	Richtung der Hauptachse
	Bedeutende	Außerordentl.		
Doppelstrahl	0,70437	0,674173	abstoßend	nach beiden Hauptstrahlen zu gehen
Quarz	0,64313	0,641776	anziehend	parallel mit der Richtung der Einfall.
Chalkolith	0,611530	0,59723	eben so	in der neuen Diagonale von der Fläche des Bildes
Turmalin	.....	.....	abstoßend	wie Quarz.
Topas	.....	.....	anziehend	eben so.

„Nach Biot a. a. O. III, S. 150. Da der uniaxiale Strahl nicht sich der uniaxialen Achse nähert, so wird der Winkel, während er sich bei der abstoßenden von der Achse entfernt —  
Zunehmend, und mit entgegengesetzter Richtung ihrer Achsen  
sich einander gezeigte Doppelstrahl, geben nur ein Bild, aber von  
beider Intensität — Ein Bild, ist bemerkbar, wenn der uniaxiale  
uniaxiale Strahl, nicht nach doppeltem Strahl, sondern nach  
Einfallung der Strahl durch doppelte Brechung auf doppelte Achse  
Richtung.“  $h'$

§. 751. „Newton fand schon, daß Strahlen, die in einem Doppelstrahl in zwei Winkel gespalten, und dar-

mit einem zweiten Doppelspathe aufgefangen wurden, bey gewissen Lagen denselben, nicht aufs Neue gespalten, sondern nur einfach gebrochen werden. Legt man zu Ende einen zweiten Doppelspath dergestalt über den ersten, daß beider Hauptachsen (d. h. in der Ebene der sie gesüßete oder gedachte Schnitte) parallel liegen, so gehen die durch den ersten Krystall gespaltenen Strahlen im zweiten keine neue Spaltung; der in ersten auf gewöhnliche Weise gebrochene Strahl wird es auch im zweiten, eben so verhält es sich auch mit den ungewöhnlich gebrochenen; werden hingegen beide Krystalle so über einander gelegt, daß die Hauptachsen sich rechtwinklich schneiden: so heimen zwar auch nur zwei Bilder, aber mit dem Unterschiede, daß der gewöhnlich gebrochene im ersten Krystall zum ungewöhnlich gebrochenen im zweiten Krystalle umgekehrt, der ungewöhnlich gebrochene des ersten Krystalls zum gewöhnlich gebrochenen des zweiten übergeht. Alle diese Lagen, bey welcher die Hauptachsen weder parallel noch senkrecht schneidend laufen, theilen jeden der Spaltungsstrahlen des ersten Krystalls wiederum in zwey Theile, so daß vier Bilder: zwey von ungewöhnlich und zwey von gewöhnlich gebrochenen Strahlen erzeugt werden.  
Kr."

§ 752. „Da nun unter der im vorigen §. angegebenen Einigung einmal gespaltene Strahlenbündel, keiner neuen Spaltung durch einen zweiten Krystall fähig sind, so weichen sie wesentlich vom Besitze der gewöhnlichen ungespaltenen Strahlen ab, und haben diese Abweichung offenbar durch die ihnen im ersten Krystalle gewordene Spaltungsablenkung oder Polarisation erlangt, und auch bey der bey der hintern Fläche erfahrenen Reflexion beibehalten (§ 750. letzte Ann.).  
Kr."

§. 753. „Wenn ein Strahl von einem durchsichtigen Körper theils rückgeworfen wird, theils hindurchgeht, und auf einen zweiten durchsichtigen Körper unter demselben Winkel



wie auf den ersten auffällt, so sind für den zweiten Körper zwei einander entgegengesetzte Lagen möglich, in welchen sämmtliches auffallendes Licht rückgeworfen wird, und zwei andere auch einander entgegengesetzte, von eriterer um einen Winkel von  $90^\circ$  abweichende, in welchen alles einfallende Licht hindurchgeht. Das Licht erleiidet nunmehr nicht nur durch Brechung, sondern auch durch Rückstrahlung, jene durch Polarisiren bezeichnete Veränderung, wodurch es auf denselben Krystall, bey einer gewissen Lage desselben, eine versch. ebene Wirkung ausübt, die bey der Brechung von der Lage der Krystallachse, bey der Rückstrahlung von der Beschaffenheit des spiegelnden Körpers, und von dem Einfallswinkel abhängt, wie Malus — der Vorfänger der obigen Theorie — von Beobachtung, der Entdecker der Strahlenspaltung durch Rückstrahlung, und derjenige, welcher die hierher gehörigen Erscheinungen, durch den Ausdruck Polarisation bezeichnete — zuerst gezeigt hat; Gübbers's Annal. B. XXII. S. 463. Kr."

§ 754. „Läßt man einen Strahlendübel auf Wasser unter einem Winkel von  $52^\circ 45'$ , oder auf unbedecktes Selen gelbglas unter einem Winkel von  $54^\circ 35'$  einfallen, so wird er polarisirt, verliert an Intensität, (und erleiidet Aenderung seiner Farbe). Kr."

„Stellt man ein vorlest Eriogelates mit dem ersten parallel, so wird der von diesem zum zweiten Male hindurchgeworfene Lichtstrahl sich wieder dem einfallenden Strahle parallel bewegen. Man brichte darauf das zweite Glas an eine senkrechte Lage. Es sollte sich kein Reflexion wegen dem senkrecht auffallenden Strahl keine Veränderung erleiiden, um einen Winkel von  $90^\circ$ , und es müßte kein Licht durchdringen, d. h. kein, als ob der Rückstrahlung des vordereiten Eriogelates nicht vom Neigungswinkel, sondern nur mehr von dem Seiten des Lichts abhänge, welche in das Winkeltheilung des zweiten Eriogelates fallen. (Die einsehen denkt sich Malus als viereckige und die eingegeben sichtheilten als eckige Körperchen). So man setze einen Winkel auf einander stehende, eigentlich nicht wirkende Seiten gegen Malus die Pole des Eriogelates und daher der durch Polarisation. Gübbers's Ann. XXVII. S. 297. Statt der vordere Eriogelates stört bedient Malus sich zu beiden und ähnlichen Vorrichtungen, welche gegen hielten mit schmalen Neigungswinkel belege





schle die Farbe ändert, wenn der Winkel verändert wird, welchen der einfallende Strahl mit der Ebene des durchsichtigen Körpers macht. Brewster's Beob. 4. 3. 21, hat aber auch die Temperatur-Einfluss auf die Farbe der Blättchen.

§. 757. „Dreht man hiebei die Hauptachse des Glimmerblättchens um den sogenannten polarisirten Strahl, so sieht man ein vollständiger Drehung bis  $90^\circ$  und  $270^\circ$  die Ergänzungsfarben (oder supplementäre) Farbe der bei  $0^\circ$  und  $180^\circ$  vorhandenen, während bei  $45^\circ$  Entfernung von diesen Winkeln alles ungefärbt erscheint, so daß die complementären Farben mit jenen Winkeln zusammen fallen, bei welchen der weiße Lichtstrahl die geringste Intensität, die Hauptfarbe hingegen mit jenen, wo der weiße Strahl die größte Stärke hat.“

„Ergänzungsfarben, complementäre oder supplementäre Farben, nennt man alle Erscheinungen, welche durch Brechung oder Reflexion entstehen; zwischen jeder Ergänzungsfarbe lauten zwei vollständige Farben. — Ein nicht minder auffälliges Verhältniß als das oben erwähnte, ist die, daß die, die es mehrere Farbenbildende Blättchen auf einander legen und die Himmelswinkel oder Hauptachse einstellen: a a S. 14. S. 44. — Bedeutet man die Farbe eines Gegenstandes, so kann das Licht rother Wellen da aufhören, oder betrachtet man das Bild in einem reinen Spiegel unter verschiedenen Winkeln, oder durch ein Kalkspathprisma, so sieht man abwechselnde Farben.“

§. 758. „Frage war es, der zuerst fand, daß ein durch dünne Blättchen kristallischer Körper (Glimmer, Talk, Bergkristall, Blätter) gegangener polarisirter Strahl seine Polarisation verliere, und daß er, wenn derselbe dann durch einen Doppelspath fällt, sich in zwei Strahlen von verschiedenen Farben zerlegt, welche einander zu ergänzen vermögen. Vgl. auch Seebeck in Schweigger's Journ. VII. S. 264.“

§. 759. „Nur verfolgte diese Erscheinungen und aus seinen Untersuchungen ergab sich folgendes Gesetz: Wenn ein weißer polarisirter Lichtstrahl senkrecht auf ein Glimmer-, Talk- oder Bergkristallblättchen, welches der Hauptachse parallel geschnitten ist, fällt, so bringen alle Lichttheilchen bis zu einer geringen Tiefe herein, ohne irgend eine merk-



ein schwarzes (in der Mitte helles) Kreuz, und in jeder Ecke desselben concentrische farb. ge Kreise. Ist nun der erste Spiegel vom Tageslichte erleuchtet, und haben die Flächen der Spiegel eine ungleich förmige Lage (d. h. wenn sie sich unter einem rechten Winkel schneiden) so sieht man im zweiten Spiegel ein ganz schwarzes Kreuz. Hält man das direct einfallende Licht vom zweiten Spiegel mittelst eines Schirms ab, so sieht man im ersten Glase gar keine Figur. — Man lasse durch mattes Glas (oder durch den Schirm einer Astrallampe gegangenes) gleichhelles Flammenlicht, oder das Licht einer weißen Wolke, von einem schwarzen Spiegel durch ein mit auf der Hauptachse normalen Flächen geschnittenes Doppelspathblatt, in Richtung der genannten Achse durch-, und dann von einem zweiten schwarzen Spiegel im Polarisationswinkel zurückwerfen, so erscheinen ebenfalls concentrische, von einem schwarzen Kreuze durchschnittene Farbenskreise.

\$5.00

[illegible]

345

„Auch metallene Spiegel gewahren den gekörnte Reizung die  
Phänomene der Polarisation, jedoch in geringerer Weise, wie die  
nicht metallenen. Mit Seidell'sche Quarztafel wird ein noch stärkerer  
als eigentliche Anisotropie erzielt. Unter Einwirkung der Einwirkung ge-  
ben sich auf einer 2. oder 3. Tageszeit ein gewöhnliches schwarzes  
Papier, wenn es auf Holz gestellt, mit einem Repetieren 3. über  
legen ist.“

35. 22

1. Dies enthält chemische — zum größten Theil noch der genaueren  
 von Lavoisier, Laplace, Berzelius — Entdeckungen der Zusammensetzung, Eigenschaften,  
 Polarisation, Farben dünner Plättchen u. durch die Aus-  
 nahme, auf der letzten, stehenden; Ueber den des Lichtes gleichsam  
 von ihren Eigenschaften, so wie die der eine Welt dieser Na-  
 tionalität sich anwendend, der andere ist abfliegend in dem Meer

Geome Platurbede, 6te Aufl.

64







harte Haut (*Tunica sclerotica*). Je mehr sie sich dem Vordertheile des Augapfels nähert, desto dünner wird sie, und endlich ganz durchsichtig. Dieser durchsichtige Theil der festen Haut, durch die das Licht zum Innern des Auges dringt, heißt die Hornhaut (*Cornea transparentis*, *Tunica cornea*), und ist das Segment einer Kugel, deren Halbmesser kleiner ist, als der des übrigen Augapfels. Er ist daher hervorragend (§. 762.) Seine Achse ist aber wie die Achse des Augapfels gemeinschaftlich. Die Hornhaut ist auf ihrer innern Fläche noch mit einer andern, mit vieler Schnelkraft versehenen Haut, die man die Desmoursche Membran nenne, bekleidet.

§. 764. In dem Hintertheile der festen oder harten Haut, zur Seite der Achse des Augapfels, etwas nach der Nase zu, begiebt sich der Augennerv (*Nervus opticus*) in den Augapfel. Das innere Blatt seiner festen Linnenhaut (*dura Mater*), wovon er bekleidet aus der Augenhöhle tritt, hilft entweder die feste Haut des Augapfels bilden, oder hängt wenigstens damit zusammen. Die Gefäßhaut (*pia Mater*) des Nerven überzieht inwendig die feste Haut des Augapfels, ist durchaus schwarzbraun und dünne. Der übrige markige innere Theil des Nerven, gewissermaßen die fortgesetzte Substanz des Gehirns selbst, geht in eine weiche, niedergedrückte, conische Warze aus, und die Substanz des Nerven zur Seite dieser Warze breitet sich selbst zu der innersten Haut des Auges aus, die nachher angeführt werden wird.

§. 765. Unter der harten Haut liegt zunächst an derselben die Gefäßhaut oder Aderhaut (*Tunica ciliaris*). Sie nimmt ihren Anfang von einem weichen, aus Zellgewebe bestehenden Rinkel, der die Substanz des Sehnervs begründet. Sie hängt hier mit der festen Haut und diesem weichen Rinkel zusammen, und wird von da an concentrisch innerhalb der festen Haut aufgespannt, mit der sie durch etwas Zellgewebe und durch Gefäße verbunden ist. Sie ist

außwendig braun, inwendig fast schwarz. Wenn sie bis an den Ufprung der durchsichtigen Hornhaut gelangt ist, so wird sie dazwischen durch dicles Zellgewebe mit der festen Haut vereinigt. in Gestalt eines weissen Kreises, des Liliarkreises (*Orbicularis ciliaris*), wovon nach Fontana's Strahlencanal (*Canalus ciliaris*) zu merken ist. Von diesem Canal, durch den die Gefäßhaut mit der festen Haut zusammenhängt, wendet sich ihre innere Lamelle nach dem Innern des Augapfels, und bildet die Strahlenbänderchen (*Ligamenta ciliaria*), dicke, schön gefaltete, vaskulöse Streifen, die mit einem schwarzen Leime überzogen sind und die Koppel der Krystalllinse umgeben.

§. 766. Zwischen der Hornhaut und den Strahlenfasern liegt die Regenbogenhaut (*Iris*) aus dem Querschnitt als eine Fortsetzung der Aderhaut ebenfalls herab. Sie zeigt auf ihrer vordern Seite bunte gleichförmige Streifen, die vom Aequator herabsteigen, und diese vordere Fläche nennt man insbesondere die Regenbogenhaut (*Iris*). Auf ihrer hintern Seite besteht sie aus geraden Streifen, die mit einem schwarzen Leime überzogen sind. Diese hintere Fläche nennt man auch die Traubenhaut (*Uvea*). In der Mitte dieser undurchsichtigen Haut, die Sonne meinet sehr treffend die Blendung heist, befindet sich eine kreisrunde Oeffnung, die Pupule, die Sehe, das Lichtes Loch, durch welche allem das Licht nach dem Innern des Auges tritt, und welche auf eine bewundernswürdige Art sich unwillkürlich bey schwachem Lichte erweitert, bey starkem Lichte verengert. Der ganze Rand dieser Oeffnung wird von den Streifen der hintern Seite der Regenbogenhaut gebildet.

§. 767. Wenn der Augenerde (§. 764) durch die harte Haut und Aderhaut gestreut ist, so breitet sich sein Mart zu einer feinen, zarten, in jüngern Jahren mehr durchsichtigen, im Alter mehr undurchsichtigen Haut, der Netzhaut, Lirvenhaut oder Markhaut (*Retina*) aus,

und legt sich allenthalben an die Oberhaut bis zum eintreten der Strahlenfasern an. Auf dieser Nervenhaut befindet sich, nach Stimmerings Entdeckung, ne an dem Eintritte des Sehnerven, nach außen zu, gerade in der Achse des Auges, ein entrunder, gelblicher, in der Mitte stärker, nach dem Umkreise zu schwächer gefärbter Fleck, und die Nervenhaut bildet hier eine quirlförmige Falte. Diese ganze Stelle zeigt sich viel dünner, markloser, als die übrige Nervenhaut, besonders nach ihrem Ursprungspunkte zu, wo sich sogar ein kleines, rundes Loch darin befindet, das zwar sehr dünn ist, aber ein d'g schärferen Kindern, durch welches das braune Pigment der Oberhaut bemerkbar wird.

Ueber einen gelben Fleck und ein Loch in der Nervenhaut des menschlichen Auges, vom Herrn Dr. M. Schaefer, im Journal der Physik, Chemie, Medicin und Naturgeschichte in der Natur- und Arzneywissenschaft. Bd. 21. S. 39.

§. 758. Die sogenannten Zerstücker des Augapfels (§. 767), welche zum Brechen der Strahlen beitragen, sind 1) in der Mitte die festkörnige, durchsichtige oder die KrySTALLLINSE (Humor crystallinus, Lens crystallina), die eigentlich nicht sowohl eine Flüssigkeit, als vielmehr ein fester, runder, höchst durchsichtiger, biconvexer Körper ist, dessen hintere Fläche mehr erhoben ist, als die vordere, eigentlich aus mehreren mit feinen Gefäßen versehenen, und durch ein sehr feines Zellgewebe verbundenen, mit einer sehr durchsichtigen wässrigen Flüssigkeit ausgefüllten Lamellen besteht, die eine faserige Structur haben, und den menschlichen Augen durch sechs Schädeldrüsen, von denen je drei vom Schitzel jeder Hemisphäre der Linse gehen, getrennt sind, wie sich nach Neils Entdeckung am besten durch Macerirung der Linse in schwacher Salpetersäure oder Edwelsäure finden läßt. Die Linse ist in eine sehr durchsichtige Kapself (Capsula lentis crystallina) eingeschlossen, doch so, daß der enge Raum zwischen beiden mit einer Feuchtigkeit ausgefüllt ist. Sie ist mit dem

Strahlenkörper eingefasst. Die mittlere Brechung der Linse verhält sich nach Jurin gegen die der Luft, wie 1,46:1. Nach ebenenfalls beträgt nach einer Wirtelzahl der Halbmesser ihrer vordern Krümmung 3,3081 englische Decimalslinien, der hintere aber 2,5056, und ihre größte Dicke 1,8525 solcher Linien.

Kell. von der seltman Structur der Aq. talinse, in Grens Journ. der Phys. B. VIII S. 315 ff.

§ 769. Den vordern Theil des Auges zwischen der Hornhaut und der Kapsel der Krystalllinse erfüllt 2) die wässerige Flüssigkeit (Humor aqueus). Der ganze Raum wird durch die Iris in die vordere (Camera anterior) und hintere Kammer (Camera posterior) eingetheilt, welche durch die Pupille Gemeinschaft haben. Die wässerige Feuchtigkeit füllt beide aus, und treibt die Hornhaut in die Höhe. Der Halbmesser dieser Krümmung der Hornhaut beträgt nach Jurin 3,3294 Decimallinien er gl. Die wässerige Feuchtigkeit ist dünn flüssig, durchsichtig und schwach salzig. Ihre mittlere Brechkraft gegen die Luft ist wie 1,29:1.

§. 770. Den größern Theil des Auges hinter der Krystalllinse füllt 3) die Glaseuchtigkeit (Humor vitreus) aus. Sie stellt eine sehr klare und durchsichtige Gallerte vor, und besteht aus sehr feinen Zellen, in welche die gellertartige Flüssigkeit eingeschlossen ist. Sie hat vorn eine Concavität, wo sie die Krystalllinse berührt, und ist mit einer feinen, durchsichtigen, eigenen Membran eingeschlossen. Ihre mittlere Brechkraft verhält sich gegen die Luft nach Kochon wie 1,33:1.

Zum Ansehn anatom. et oculi humani, Gress. 1725. 4. v. oculi humani, Henr. Aug. Wierberg, ibid. 1730. 4. Ab. von Gal. le's Grundr. d. Phys. 1712, aus dem Lat. und Lat. von Wernar ting und Wierberg, ibid. 1738. 4. Kap. XV. An essay on vision, by Geo. S. 1737, Lond. 1740. & George Adams A treatise on the nature of the sight and the nature of the eye, & the eye of St. Peter. Volpe 1794. 2.

Verst. auch in I. Anmerkung Abb. N. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.

§. 771. Vermittelst dieses so bewundernswürdigen gerichteten Werkzeugs erhalten wir nun diejenige Erscheinung, die wir das Sehen nennen. Die richtige Erklärungsart von der Hervorbringung dieser Erscheinung hat aber lange Zeit unbekannt und wurde erst von Kepler entdeckt. Die Alten glaubten, daß die Strahlen von dem Auge nach den Gegenständen zu ausgingen, wie Empedocles, Plato, Euklides, und von da wieder nach den Augen zurückgeworfen würden, wie die Stoiker annahmen. Porta entdeckte zuerst die Aehnlichkeit des Auges mit dem verfinsterten Zimmer; er zeigte dadurch einen bessern Weg zur Erklärung des Sehens, ob er sich gleich die Sache selbst noch unrichtig vorstellte, da er die Kinstalline für die Wand hielt, auf welcher sich das Bild des Gegenstandes abbildete, und von jedem sichtbaren Punkte des Gegenstandes nur einen Strahl ins Auge kommen ließ. Ein Kepler gab richtige Begriffe über die Art und Weise der Entstehung des Lichts.

§. 772. Von jedem Punkte eines sichtbaren leuchtenden oder erleuchteten Körpers fahren nach allen Seiten Strahlen aus (§. 654), deren Grundfläche die vordere Fläche der Hornhaut, und deren Spitze der sichtbare Punkt ist. Von diesem Strahlenkegel kann nur derjenige Theil die Entstehung des Sehens des sichtbaren Punktes bewirken, welcher auf die Pupille trifft. Wenn Durchgänge dieses Strahlenkegels durch die Hornhaut und wässrige Feuchtigkeit vor und hinter der Pupille leidet er die ersten beiden Brechungen; auf der vordern Fläche der Kinstalline, die wie ein erhobenes Glas wirkt (§. 707.), die dritte und stärkere; und in der gläsernen Feuchtigkeit die vierte Brechung. Die divergirenden Strahlen dieses Strahlenkegels werden dadurch convergirend, und treffen ends





sind Wirkungen einer einzigen Ursache.' Wir können nicht annehmen, daß das Bild als Bild die Empfindung bewirke. Denn dieß kann es ja nicht, da es nur Phanton ist; eben so wenig können also auch die Farben, die am Bilde sind, die Empfindung der Farben hervorbringen. Noch weniger wird man glauben, daß die Seele das Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut beschaue, und dadurch Vorstellung davon erhalte, so wie wir etwa in der finstern Kammer das Bild eines abgeschalteten Gegenstandes wahrnehmen.

§. 775. Nur die Wiedervereinigung der zu einem Einheitspunkt gehörenden Strahlen in einem Punkte auf der Netzhaut erzeugt das deutliche Sehen dieses Punktes, und in so fern hierdurch sonst ein Bild des Punktes entsteht, können wir annehmen, daß das Bild die Empfindung mache. Nur die Netzhaut ist für diese Wiedervereinigungspunkte fähig, und pflanzt die Empfindung durch den Gesichtsnerv von da zum Gehirn fort. Weiter können wir nun eben so wenig erklären, wie mit dieser Empfindung die Vorstellung des Sehens verknüpft ist, als wir es erklären können, wie der Eindruck auf die Nerven der Zunge und des Gaumens den Geschmack, auf die Nerven der Nase den Geruch, oder auf den Gehörnerv das Hören, und die davon abhängenden Urtheile unserer Seele erzeuge. Die Vorstellung der Farben endlich müßte wohl aus der verschiedenen Empfindung herrühren, welche die verschiedenen Gattungen der Lichtstrahlen auf der Netzhaut bewirken, und welche sie eben so verschiedenlich führen, als es verschiedene riechende Ausflüsse bey den Geruchsnerven thun.

§. 776. Die Frage, warum wir die Gegenstände nicht verkehrt wahrnehmen, da doch das Bild derselben auf der Netzhaut verkehrt liegt, hat in der That keinen vernünftigen Sinn. In der Zeichnung des Bildes (Fig. 116.) beziehen wir freylich dieses auf den Gegenstand, und da steht das Bild gegen diesen allerdings verkehrt. Aber bey



der Empfindung des Sehens mehrerer Gegenstände zusammen beziehen wir die Bilder zu den Bildern, und die haben ja gegen einander dasselbige räumliche Verhältniß, als die Objecte: folglich sind sie nicht gegen einander verkehrt. Wenn wir also einen Menschen auf dem Fußboden eines Zimmers stehend wahrnehmen, so bildet er sich so auf der Netzhaut ab, daß seine Füße gegen den zugleich mit abgebildeten Fußboden dieselbige Beziehung haben, als im Objecte. Er wird ja nicht mit dem Kopfe auf dem Fußboden stehend abgebildet; folglich steht er auch im Bilde nicht verkehrt gegen den Fußboden und gegen die Decke des Zimmers, sondern das Bild hat dieselbige räumliche Beziehung gegen die Bilder dieser, als die Objecte. Wenn sich also alles in der Welt in derselbigen räumlichen Verbindung auf der Netzhaut abbildet, worin es natürlich ist, so sehen wir nichts verkehrt.

Das astronomische Jangrebe kann hier gar nicht da seyn, sondern wohl damit kommen, weil das dadurch erstellte Bild gegen das künftige bloße Auge erregte eine falsche Linie hat.

„Das Bild, welches wir sehen, und das Bild, welches die Empfindung verursacht, haben eine entgegengesetzte Lage. Dieser Widerspruch wird durch das, was im §. 777. an d. w. h. steht, sondern nur verfehlt. Aber die astronomische Erklärung ist nicht in dieser Weise, sondern da in, daß die Netzhaut diese beiden Bilder verschieden habe, und daß das Bild, welches wir sehen, außer dem Auge liegt, da doch das Bild, welches die Netzhaut empfängt, im Auge ist. Mehrere bisher widergebrachte Aussagen über das man im 4. Kap. meiner metaph. Natur l. 3.“

§. 777. Eben so wenig hat es auch mit der Schwere etwas zu bedeuten, die einige darin zu finden glauben, daß wir mit zwei Augen die Gegenstände nur einfach sehen. Denn, wenn gleich von einem Orte zwei verschiedene Strahlenkegel nach den beiden Augen gehen, so sehen wir doch den Punkt nur dahin, wohn die Spitze des verlängerten Visirkegels treffen muß, — und diese Spitze ist ja beiden Strahlenkegeln gemeinschaftlich; — daher muß der Punkt, auch durch beide Augen gesehen, nur einfach erscheinen. Das Gegenheil geschieht, wenn man den einen Augapfel mit den Fingern zur Seite drückt, wodurch die



auch von diesem Sehwinkel mit ab, unter welchem wir die Objecte wahrnehmen, und von welchem auch die Größe des Bildes auf der Netzhaut abhängt. Gegenstände von verschiedenen wahren Größen können daher dem Auge unter einerley scheinbarer Größe erscheinen, wenn sie unter einemley Sehwinkel wahrgenommen werden; und umgekehrt können Gegenstände von einerley wahrer Größe unter einer verschiedenen scheinbaren Größe wahrgenommen werden, wenn der Sehwinkel verschiedentlich groß ist.

Sonne und Mond können z. B. gleich groß erscheinen, ungeachtet ihre Größe sehr verschieden ist, wenn der Sehwinkel, unter dem wir beide sehen, gleich groß ist.

Der Stundenuhrer einer Tafeluhre scheint uns zu rufen, weil sich der Sehwinkel in kurzer Zeit nur unmerklich ändert.

Auf einem Berge selbst sitzen uns die Karawannen, welche weiter entfernt sind, doch zu sehen, als die nahesten.

Eine lange Meerfahrt uns am Ende so gleich zu erwarten.

§. 781. Ein bloß erleuchteter Gegenstand kann daher endlich dem Auge unsichtbar werden, wenn der Sehwinkel so klein wird, daß er nicht empfunden werden kann, oder wenn der Gegen desselben bis zu einer Größe von etwa einer Minute abnimmt. Leuchtende Gegenstände können uns hingegen in einer noch viel weitem Entfernung sichtbar bleiben, wobei sie uns aber dann auch ohne bemerkbaren Durchmesser erscheinen müssen, wie die Fixsterne.

§. 782. Sonst beurtheilen wir auch noch die wahre Größe des gesehenen Gegenstandes aus seinen uns sonst bekannten Entfernungen, aus der Helligkeit oder schwächeren Erleuchtung, wornit er uns erscheint, und dann auch aus dem Verhältniß seines Bildes zu den Bildern naher Gegenstände, deren wahre Größe wir kennen.

Der helle Tag oder der hinter Mörren aufstehende Mond scheint uns größer, als wenn er höher am Horizont steht.

§. 783. Die Urtheile unserer Seele über Entfernungen der Dinge von uns hängen keinesweges von den Empfindungen des Gesichtes allein ab, sondern wir erlangen

die Fertigkeit, von dem, was wir sehen, auf die Entfernungen, Größen oder Stellen zu schließen, oder das Aussehen nach, ebenfalls durch Vergleichung der Empfindungen des Gehörs mit denen des Betasts, und durch Erfahrung, die wir, obgleich unbewusst, von Jugend auf hierzu über anstellen; und wir sind uns der Umstände, aus denen die Verfertigung einer wirklichen Entfernung in uns entsteht, selbst deutlich bewußt. Ohne Erfahrungen durchs Betast, wäre die Entfernung der Dinge wären wir glauben, daß die Gegenstände dicht vor dem Auge ständen.

§. 74. Bei nahen Gegenständen schätzen wir die Entfernung derselben aus der zum genauen Sehen nöthigen Entfernung des Auges, welche wir vornehmen müssen, um auf verschiedene Entfernungen deutlich zu sehen; und wir stellen darn, daß der Gegenstand da sey, wo die Sehen der Zerstreuung zu stehen kommen, deren Grundfläche die Größe des Auges ist. Bei entfernten Gegenständen schätzen wir die Entfernungen aus dem Winkel, den die beiden Aug-nachsen mit einander machen; aus der Vergleichung der uns bekannten wahren Größe derselben mit der scheinbaren, in welcher wir sie wahrzunehmen; aus der Größe oder geringen Helligkeit und Klarheit, worin wir sie sehen; aus der Dunkelheit der kleinen Theile eines Gegenstandes; und endlich aus der Menge anderer zwischen dem Gegenstande und dem Auge befindlichen Dinge.

Placet ergetur h. di. warum ant das Meer, vom Ufer aus gesehen, wenn man sich weit von dem Ufer entfernt, wie ein flacher See zu sehn an. Das wird beobachtet, weil man nicht so weit entgegend stehen als das Meer flach, wie es nicht gesehen haben.

§. 75. Wir können mit gesunden Augen Gegenstände in verschiedenen Entfernungen vom Auge noch deutlich wahrnehmen. Da nun das Bild eines entfernten Gegenstandes nicht so weit hinter die Krystalllinse, die wie ein erhabenes Glas wirkt (§. 71), fällt, als das Bild eines nahen und das Auge doch nur dann deutlich sieht, wenn die Strahlen des Gegenstandes

Nieshaut treffen; so muß das Auge ein Vermögen besitzen, seine Einrichtung zu ändern, und dadurch auf größere oder kleinere Witten deutlich zu sehen. Aus der faserigen Struktur der Krystalllinse läßt sich nach Meinung allerdings schließen, daß wir das Vermögen besitzen, sie erhabener zu machen, oder aus der biconvergen Form mehr der Kugelgestalt zu nähern, so daß die Halbmesser ihrer Krümmungen kleiner werden, wodurch also auch ihre Brennweite kleiner wird. Dieß müßte bey nahen Gegenständen Statt finden, da sie hingegen bey entferntern Gegenständen wieder in den gewöhnlichen Zustand zurückkäme. Mit dieser Veränderung kann eine andere recht wohl besizzen, woraus man auch die Deutlichkeit des Sehens in verschiedenen Witten erklärt, nemlich eine mehrere oder mindere Zusammenrückung der parieten Haut durch die Augenmuskeln, wodurch zugleich die Hornhaut converger werden kann.

Probationen über das Sehen, von Thom. Young: in Gren's Journ. der Physik. B. VIII. S. 413 ff. Lenz. 1791. Oberg de oculi in J. Monodius anatom. Goea. 1780. 4.

„Kume hat es sehr anerkennend gemacht, daß die vier geraden Muskeln, welche das Auge bewegen, auch die Krümmung der Hornhaut herabzu senken, und dadurch das Licht der Gegenstände in verschiedenen Entfernungen bewahren können. M. f. Berl. Mag. 1789. B. 14. S. 25—37.“

§. 786. Diese Veränderungen finden natürlich erweise ihre Grenzen, und es gäbe daher für jedes Auge eine gewisse Weite, in der es bey seinem natürlichen Zustande deutlich sieht. Diese Weite, bey der es kleinere Gegenstände noch deutlich wahrnehmen kann (*Vista minima distinctae*), setzt man zwar gewöhnlich auf 12 bis 16 Zoll, allein sie ist bey vielen Personen größer oder geringer.

§. 787. Wenn die Hornhaut eines Auges zu sehr erhaben, die Krystalllinse zu conver oder ihr Abstand von der Nieshaut zu groß ist, so treffen die Strahlen der Sonnenlinsen von Gegenständen, die 12 bis 16 Zoll und weiter entfernt sind, nach dem Brechen zu sehr zusammen, ehe sie die Nieshaut erreichen; oder die Divergenz der Strahlen





ter dem wir sie wahrnehmen, vergrößern; aber dann ersehe das Bild die Netzhaut nicht mehr, und wir sehen den Gegenstand verriert und undeutlich. Ein Werkzeug, welches dazu dient, ganz kleine Gegenstände größer, als in der gewöhnlichen Entfernung vom Auge, und doch deutlich zu sehen, heißt ein Mikroskop oder Vergrößerungsglas (*Microscopium*, *Engyscopium*).

§. 790. Jedes erhabene Glas und jede Glaslinsen vergrößern der Erfahrung zu Folge die Objecte, wenn wir sie dadurch betrachten. Man bedient sich aber vorzüglich, um ganz kleine Sachen dadurch zu betrachten, kleiner, sehr erhabener Linsen, oder kleiner Glaslinschen, und werde sie sein daher auch einfache Mikroskope (*Microscopia simplicia*). Die Strahlen, welche von diesen kleinen Gegenständen, wenn sie nahe ans Auge gehalten werden, divergierend in dasselbe treten würden, werden durch diese Vergrößerungsgläser, wenn sie in dem Brennpunkte derselben liegen, nach dem Brechen parallel (§. 707.); liegt aber der Gegenstand noch innerhalb des Brennpunktes, so vermindert das Glas die Divergenz der Strahlen, als kämen sie aus einem vergrößerten und entfernten Gegenstande, und das Auge sieht dadurch den sehr geringen Gegenstand deutlich. Das Auge sieht nun den Gegenstand unter einem desto größern Sehwinkel, und also auch um desto größer (§. 780.), je näher sich das Object am Auge befindet, also je kleiner die Brennweite der Linse ist. Ueberhaupt verhält sich die Größe, unter welcher man Gegenstände durch eine Vergrößerungslinse in dem Brennpunkte derselben erblickt, zu der Größe, in der man sie ohne Glas deutlich erkennen kann, wie die kleinste Entfernung, bey der man ohne Glas deutlich sehen kann, zur Brennweite der Vergrößerungsgläser. Da nun der Brennpunkt desto näher an das Glas kommt, je kleiner der Durchmesser der Linse wird, so sieht man auch leicht ein, daß die Linsen um desto mehr vergrößern, je kleiner der Durchmesser der Linse ist, wovon die

Glas





bringen und dadurch zu betrachten, und sie auch gehörig zu beleuchten, hat man mehreren Vorrichtungen ausgedacht. Wir bemerken hier nur besonders das einfache Wilson'sche oder Lieberkühn'sche Microskop, und das Microskop mit dem Erleuchtungsspiegel <sup>2)</sup>.

1) Gehler's Enschl. Wörterb. Ab. III. S. 211.

2) Nöcherbrack introd. ad phil. nat. T. II. Tab. XLV.

S. 13 B.

„Weyl'sche verbesserte Adams'sche Lampen-Mikroskop und ähnliche Vorrichtungen enthält das Sonnenmikroskop.“

§. 792. Wenn hat man auch zusammengesetzte Microscope (*Microscop a composita*), die aus mehreren Linsen bestehen, durch welche man das Bild des Gegenstandes des umgekehrt und vergrößert sieht. Der Gegenstand erhält entweder durch einen Hohlspiegel oder durch ein convexes Glas Erleuchtung. Wir merken hier das Luss'sche Microskop.

Es sey (Fig. 118) ein kleines Object *ab* sehr stark vergrößert, aus die Brennpunkte der Microscopischen Linse *LDI* betrachtet, von demselben in der gehörigen Erleuchtung gestellt. In diesem Falle werden die divergirenden Strahlen der Linse *a, c, b* durch die Brechung zu convergirenden (S. 791) und zwar werden sie desto stärker convergiren, je näher sie dem Brennpunkte der Linse *LDI* sind. *LDI* ist gleichsam das Object, und steht gegen das *bc* umgekehrt. Wenn nun noch die Linse eine größere convexe Linse ist, deren Brennpunkt mit dem *L* der *LDI* zusammenfällt, so werden die von *B, C* und *A* ausgehenden divergirenden Strahlen durch das Brechen zu parallelen (S. 792) und streuen sich in *O*. Ist *L* weiter in *O* das Auge, so sieht es das umgekehrte Bild *bca* des Objectes *abc* deutlich, unter dem Winkel *BOA*.

Damit aber die Länge dieses Microscops kürzer, und zugleich das Vergrößern größer werde, wird im Item I *LI* und *EE* noch eine dritte Linse anbracht, und die Microscop wird also aus drei Linzen zusammengesetzt. Es sey (Fig. 119) ein kleines Object *AB*, das von der Linse *a* in *c* convergirenden Linse *KLC* unter *al* steht, als die Brennweite derselben beträgt. Die divergirenden Strahlen der Linse *B* und *A* werden so durch das Brechen in der Linse *KLC* zu convergirenden. Ehe aber die convergirenden Strahlen in *a, b, c* und *Z, X, V* der Linse *E* und *A* sich streuen und das Bild machen, treffen sie auf die dritte convexere Linse *LI* (das Collectivglas), und werden dadurch stärker convergirend (S. 792) in *d* und *f*, so daß das umgekehrte Bild *ba* des Objectes *BA* entsteht, von da als divergirende Strahlen und *ba* auf die Linse *LDI* (das Ocular) fallen, die um die Brennweite von dem Bilde *ba* entfernt steht. Durch das Werden in dieser Linse werden sie nun zu parallelen, und das Auge in *O* sieht dadurch das Bild *ba* des Objectes *BA* deutlich und vergrößert unter dem Winkel *BOA*.

Um die Linsen eines zusammengefügten Mikroskops gehörig zu stellen, den Gegenstand gegen das Instrument richtig zu stellen, zu handhaben, und scharf zu erleuchten, siehe man *Lexicon Imperiale for the microscope*, Lond 1751. 8. *Verträge zum Gebrauche und Verbesserung des Mikroskops*, a. d. Engl. Augsburg 1754. 8. *Branders Beschreibung zweier zusammengefügter Mikroskope*, Augsburg 1769. 8.

§. 793. Werkzeuge aus zusammen verbundenen Linsen, oder auch Spiegeln mit Linsen, welche dazu dienen, entfernte Gegenstände, die man durchs bloße Gesicht nicht deutlich sehen kann, klar und deutlich wahrzunehmen, heißen Fernrohre, Teleskope (*Telescopia*, *Tubi optici*). Man kann sie überhaupt in zwei Gattungen; 1) in dioptrische, und 2) in katadioptrische einteilen.

§. 794. Die dioptrischen Fernrohre bestehen aus verschiedenen Glaslinsen, welche in einem Rohre einander nahe gebracht oder von einander mehr entfernt werden können. Diese Linsen selbst führen verschiedene Namen. 1) Das Objectivglas oder Vorderglas ist dasjenige, das sich an dem äußersten Ende des Rohrs befindet, und dem zu betrachtenden Gegenstande zu gerichtet ist. Es ist allemal convex, und hat auch eine größere Brennweite, als die übrigen Linsen. 2) Die Augengläser oder Oculargläser, besetzen eine Stelle an dem andern Ende des Rohrs, und die dem Auge zu gerichtet sind. Ihre wahre oder eingebildete Brennweite ist immer kürzer, als die des Objectivglases. Das Rohr, worin man diese Gläser befestigt, überzieht man innen mit einer schwarzen Farbe, und giebt dem Objectivglase Bedeckungen, um dadurch die Undeutlichkeit des Bildes, welche von der Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt des Glases (§. 709.) entsteht, zu vermindern; zu eben dieser Absicht dienen auch für die Augengläser die Blendungen in den Röhren.

§. 795. Die einfachste und älteste Art dieser dioptrischen Fernrohre ist das Holländische oder Galileische Fernrohr. Es besteht aus einem convexen Objectiv- und



Das Verhältniß dieser Winkel giebt also die Vergrößerung an. Nun ist  $\text{Tang. } hKo = \frac{hd}{dK}$ , und  $\text{Tang. } hDo = \frac{hd}{dD}$ ; also  $\text{Tang. } hKo$ :

$\text{Tang. } hDo = \frac{1}{dK} : \frac{1}{dD} = dD : dK$ ; oder, weil diese Winkel

sich wie ihre Tangenten verhalten,  $hKo : hDo = \frac{dD}{dK}$ , d. h. der Brennweite des Object's, dividirt durch die Brennweite des Oculars."

§. 756. Eine zweite Art ist das Keplersche Fernrohr (*Tubus astronomicus*), in welchem ein convexes Ausgangsglas mit einem concaven Objectiv von einer längern Brennweite so zusammengesetzt ist, daß ihre Entfernung von einander der Summe ihrer Brennweiten gleich ist. Der Gegenstand erscheint dadurch verkehrt. Dieses Fernrohr hat ein weit größeres Gesichtsfeld, als das vorige, und man bedient sich desselben zum astronomischen Gebrauche. Man sieht dadurch die Gegenstände so oft vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivglases enthalten ist.

Es seyn (Fig. 117.) MN ein convexes Objectivglas und PQ ein concaves Ocular von einer kürzern Brennweite, auf einerley Achse so gestellt, daß sie um die Summe ihrer respectiven Brennweiten  $Do + Ko$  von einander entfernt sind. Es sey hier ebenfalls das Object so weit entfernt, daß die von seinen sichtbaren Punkten kommenden divergirenden Strahlen als parallele angesehen sind. U und V seyen der mittlere und unterste Punkt des Object's, und AD und BD die Höhen der davon auf das Objectivglas MN fallenden Strahlencylinder. Die respectiven Strahlen dieser Strahlencylinder werden durch die Brechung in MN zu convergirenden, laufen im Brennpunkte des Glases MN zusammen, und machen also in b das umgekehrte Bild des Gegenstandes des Ab. Da oK zu gleicher Zeit die Brennweite der Linse PQ ist, so werden die in b und o wieder divergirend auslaufenden Strahlen durch die Brechung in der Linse zu parallelen, die sich nachher wieder unter dem Winkel  $PFK = hKo$  schneiden. Das in F beschriebene Auge sieht nun nicht den Gegenstand selbst, sondern das Bild des Gegenstandes, und zwar unter dem Winkel  $hKo$ . Es löst sich nun wieder wie vorher (§. 755. Num.) zeigen, daß sich der Winkel  $hKo$ , unter dem das Bild des Gegenstandes vermittelst des Perispectivs gesehen wird, zu  $hDo (= ADB)$ , unter dem das Object AB von dem bloßen Auge in D gesehen werden würde, verhalte wie  $Do : Ko$ , d. i., wie die Brennweite des Objectiv zur Brennweite des Oculars; oder daß der Gegenstand so vielmal vergrößert erscheine, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Objectivglases enthalten ist.

Da das Bild, welches das Auge durch dieses Fernrohr wahrnimmt, genau den Gegenstand, mit dem das Auge erblickt, eine umgekehrte Lage hat, so sieht man leicht, daß man die Gegenstände durch dieses Fernrohr verkehrt wahrnehmen müsse.

§. 797. Die dritte und gewöhnlichste Art ist das Erdrohr (*lucubus terrestris*), dessen Erfindung dem Vater Rheina zugeschrieben wird. Es besteht gewöhnlich aus drei convergen Oculargläsern von kurzer Brennweite, und einem convergen Objectiv von längerer Brennweite. Die Entfernung des Objectivglases vom nächsten Oculare ist der Summe ihrer Brennweite gleich, und auch so die Entfernung der Oculare von einander. Man sieht den Gegenstand durch dieses Erdrohr aufrecht, und eigentlich wird das verkehrte Bild des Gegenstandes, das man beim Sternrohr sieht (§. 796), durch das zweite Ocular wieder aufrecht gebracht. Wenn die Oculargläser, wie gewöhnlich, gleiche Brennweite haben, so wird die Vergrößerung, wie bei den vorigen Fernrohren, gefunden, wenn man die Brennweite des Objectivs durch die Brennweite eines Oculars dividirt. Man hat auch Erdrohre mit ungleichen, dergleichen mit vier und fünf Ocularen. Ihr Vorzug ist ein etwas vergrößertes Gesichtsfeld.

Wenn zu den Bildern KL und PQ des Sternrohrs (S. 484.) noch zwei andere eingezeichnet, KS und TV (Fig. 102), so geht es hervor, daß diese liegen um die Summe ihrer Brennweite von einander abwärts: so wirken die parallelen Strahlen, die aus PQ hervorkommen und sich in P schneiden, durch die Brechung in KS wieder zu convergiren und werden, und in der Brennweite des KL die Bild  $\omega$  hervorbringen. KL gegen das in KS verkehrt, und also wiederum so, wie der Gegenstand ist. Da die von  $\omega$  nach  $\omega$  hervorkommenden Strahlen aus dem P einem tiefer Punkte kommen, so werden sie weiter als vorher, und das Auge hat dadurch das Bild  $\omega$  des Gegenstandes UV wirklich, und zwar in derselben Stellung, als den Gegenstand.

§. 798. Kurzsichtige müssen bei allen diesen Fernrohren die Oculargläser dem Objectiv näher bringen, um die sonst parallel anlaufenden Strahlen als divergirend auf das Auge zu empfangen.

§. 799. Außer der Unvollkommenheit, welche diese Werkzeuge durch die Abweichungen der Strahlen wegen der



Gestalt des Glases (§. 709. 794.) erhalten, besitzen sie eine noch weit erheblichere, die von der verschiedenen Brechbarkeit der farbigen Strahlen herrührt (§. 727.), und welche zur Folge hat, daß das Bild des Objectes mit farbigen Rändern und überhaupt undeutlich erscheint. Man suchte sonst diesen Fehler dadurch zu vermindern, daß man Objecte von sehr langen Brennweiten anwendete, und mußte die Fernröhre sehr lang machen; allein die Unbequemlichkeit wird diesen Ungedacht dadurch nicht gänzlich gehoben.

§. 800. Im Jahre 1747 kam Euler auf den Gedanken, den Fehler der dioptrischen Fernröhre, der von der Abweichung der Strahlen wegen ihrer verschiedenen Brechbarkeit herrührt, dadurch zu heben, daß man das Object aus zweierley durchsichtigen Materien zusammensetzte, welche das Licht nicht auf einerley Art brächen, so daß die eine die farbigen Strahlen wieder vereinigte, welche die andere trennte. Newton hatte diesen Fehler für unverbesserlich gehalten, und deshalb die nachher anzuführenden reflectirenden Teleskope angegeben. Johann Dollond behauptete zwar erst den Newtonischen Satz gegen Eulern; allein er fand nachher doch, nachdem besonders Klingenstierna Newtons Sach näher geprüft hatte, daß er geirrt habe, und war der Erste, der ein farbenloses oder achromatisches Fernrohr zu Stande brachte. Die Einrichtung dieser Fernröhre hat nachher theils er selbst, theils sein Sohn ansehnlich verbessert, und sie führen auch noch nach ihm den Namen der Dollond'schen Fernröhre.

*25. Newton optice, L. I. P. II. pr. 25. C. 106. Sur la persécution des rayes ou réfractés des lunettes, par Mr. Euler; in den Mém. de l'Acad. roy. des sciences de Prusse, 1747. C. 74. Anmerkung über das Fehlen der Brechung der Lichtstrahlen des veränderten Art, wenn sie durch ein durchsichtiges Mittel in verschiedene anwesend übergeben, von Sam. Klingenstierna; in den schwed. Abhandl. tom. 3. 1749. C. 100. An account of some experiments concerning the different refrangibility of light, by John Dollond; in den philosoph. transact. Vol. L. C. 753.*



§. 801. Die Mäglichkeit achromatischer Fernrohre, oder vielmehr die Möglichkeit, den Fehler der Glasarten, der von der verschiedenen Brechbarkeit der verschiedenen Gattungen des Lichts entsteht (§. 727.), zu heben, bezieht auf dem oben (§. 733.) angeführten Satze: daß die Farberzerstreuung bey der Brechung in verschiedenen durchsichtigen Mitteln nicht im Verhältnisse der brechenden Kraft derselben ist. Dollond fand bey seinen Versuchen, daß zwey Sorten in England gemachten Glases, Crown- und Flintglas, zwar ziemlich gleiche Brechkraft besitzen, indem bey erstern der Brechungssinus für die aus dem Glase in die Luft einfallenden Strahlen sich zum Einfallssinus verhält wie 154 zu 100, bey letztern wie 153 zu 100; daß aber dagegen die Farberzerstreuung im Crown- und Flintglase sich zu der im Flintglase verhält beynahe wie 2 zu 3. Er ersah hieraus, daß, wenn diese Glasarten gehörig mit einander verbunden würden, man sowohl in Kugelflächen als dreiseitigen Prismen eine Strahlentrechung zuwegebringen könnte, ohne daß sich das heterogene Licht von einander absonderte, und mithin, wider Newtons Meinung, sowohl rothe als violette Strahlen in einer gemeinschaftlichen Richtung ohne alle Spaltung aus dem Glase herausgehen könnten; und daß also zwey aus jenen verschiedenen Glasarten gemachte Linsen ein zusammengefügtes Achromatglas geben könnten, welches den aus dem Brechungsunterschiede des farbigen Lichts resultirenden Fehler gänzlich verbiesserte.

§. 802. Um dieß noch mehr zu erklären, setze man, daß man zweyseitige Prismen, eines aus gemeinem Glase, das andere aus Flintglase (§. 801) gemacht setzen, und das erste für jeden Grad, um welches es die rothen Strahlen bricht, die violetten um 2 Minuten mehr, das zweite für jeden Grad, um welchen es die rothen bricht, die violetten um 3 Minuten mehr breche. Ferner sey der brechende Winkel des Prismas aus gemeinem Glase etwas größer, als des aus Flintglase, so daß, wenn das rothe Licht durch

sein um 6 Grade abwärts gebracht wird, es durch diesen, der sich in entgegengesetzter Stellung befinden muß, um 4 Grade abwärts gehoben werde. Man wird nun leicht eins sehen, daß die violetten Strahlen im ersten Prisma um 6 Gr. 12 Min. herab, im zweiten um 4 Gr. 12 Minuten hinauf gehoben werden müssen, und daß sie also bei dem Austritte aus dem letzten noch um 2 Gr. abwärts gehoben bleiben, also gerade um so viel, als es bei den rothen Strahlen der Fall ist; daß folglich sowohl rothe als violette Strahlen unter einem gleichen Neigungswinkel von 2 Grad en austreten, ohne sich selblich zu zerpalten; und daß mithin zwar die Farbenzerstreuung, aber nicht die Brechung selbst, aufgehoben werde.

§ 803. Wenn man zwei Glaslinsen, eine erhabene aus Cronsglase, und eine höhle aus Flintglase, zusammen ein Objectivglas ausmachen, so kann man sie faqlich als zwei in entgegengesetzter Stellung der brechenden Winkel auf einander liegende Prismen betrachten; und es wird sich in denselben die Strahlenbrechung auf gleiche Weise verhalten, oder die Farbenzerstreuung wird aufgehoben werden, ungeachtet die Brechung des Lichts beim Austrange noch verhört, wenn nur die Brennweiten der Gläser das zugehörige Verhältniß haben. Ja, durch eine richtige Wahl ihrer Krümmungshalbmesser kann selbst die Abwachsung wegen der Kugelgestalt fast ganz vernichtet, und so ein höchst deutliches Bild erhalten werden.

Notiz Jos. Vossowich Abhandlung von den verbesserten dioptrischen Fernrohren Wien 1775. 8.

„Dr. Miller's Geschichte der Optik, übersezt von Zügel. Leipzig 1774. 8. 539 ff.

§ 804. Die wesentliche Einrichtung dieser achromatischen Fernrohre ist also, daß das Objectiv aus zwei ganz nahe zusammengestellten Linsen von sogenannten Cronsglase und Flintglase zusammengesetzt wird. Hinter die biconvexe Linse nämlich aus Cronsglase wird eine biconcave Linse aus Flintglase gesetzt. Man macht das Objectiv auch noch voll-

kommeu dreifach, aus zwey concaven Linfen aus Cronsglase und einer dazwischen befindlichen biconcaven aus Flintglase. Diese Objective vertragen eine weit stärkere Vergrößerung, als die einfachen, und brauchen eine viel kürzere Brennweite zu haben. Das Flintglas hat seine starke zerstreuende Kraft wohl vom vermischten Bleiertheil; nur hält es schwer, dieses Glas vollkommen klar und ohne Streifen und Wellen zu erhalten.

Von der Theorie der achromatischen Fernröhre sehe man: *Mémoire sur les moyens de perfectionner les lunettes d'approche par l'usage d'objets composés de plusieurs matières différemment réfringentes*, par Mr. CAISSANT, in den *Mém. de l'Acad. roy. des sc.* 1756. S. 350. *Second Mémoire*, ibid. 1757. S. 314. *Sur la perfection tentative de définir et corriger l'aberration du lumina in lentibus sphaericis refractis, et de perfectionando telescopio dioptrico*, Petrop. 1762. gr. 4. Mit sehr umständliche Anweisung, wie alle Arten von Fernröhren in der besten möglichen Vollkommenheit zu versehen sind, aus d. Franz. von Georg Sim. Krieger, Leipzig 1773. 4. Krieger nova constructio h. et 3. objectivae h. et 3. ab aberratione indierum proliis liberac; in den *Eding. gel. Anzeigern* 1796. St. 47. S. 473. „Wer allen ehet: *L. h. et 3. dioptr. oc.* Petropoli 1770. 1771. 3 T. 4., u. Kriegers *anal. h. et 3. dioptr. h.* 1773. 4.

„Derselbe sucht statt des Flintglases Hohlkugeln mit kohlensaurem rothen ätherischen Oelen; 1. D. Zimmerl. zu achromatischen Glasfern. — Biegsamkeiten mülten ebenfalls analog sein. Oelen.“

§. 805. Da das von Spiegelflächen zurückreflektirte weiße Licht nicht in Farben zerstreut wird, und also dadurch nicht die erwähnte Undeutlichkeit des Bildes entsteht, so veranlaßte dieß Newton, den Gedanken, den schon Jacob Gregory, und vielleicht noch früher Meersenne gehabt hatte, anstatt des Objectivglases im Fernrohr einen Hohlspiegel zu gebrauchen, besonders zu benutzen. Diese Art der Fernröhre (§. 793.) führt den Namen der Spiegelteloscope (*Tubi reflectentes*).

§. 806. Die erste Art, das Newtonsche Spiegelteloscop (*Tubus Newtonianus*), besteht aus einem Hohlspiegel, der in ein Rohr so eingesetzt ist, daß das andere Ende desselben der Spiegelfläche gegenüber offen ist,

welches nach dem Gegenstande zu gerichtet wird. Die Achse des Spiegels fällt mit der Achse des Rohrs zusammen. Die vom Hohlspiegel convergirend zurückrollenden Strahlen werden von einem kleinen Planspiegel, der unter einem halben rechten Winkel gegen die Achse des Rohrs befestigt ist, noch ehe sie in dem Brennpunkte zusammenreffen, aufgefangen, und von demselben nun nach einer auf der Achse des Rohrs senkrechten Richtung nach dem zur Seite in dem Rohre befindlichen Oculare zurückgeworfen, in dessen Brennweite sie sich vereinigen und ein Bild machen. Weil man dieserhalb zur Seite in das Fernrohr hineinsieht, so ist auswendig mit der Achse desselben parallel ein kleines Fernrohr, der Finder, durch welches man erst den zu betrachtenden Gegenstand sucht. Durch dieses Newtonsche Spiegeltelescop sieht man den Gegenstand verkehrt, und so vielmal vergrößert, als die Brennweite des Oculars in der Brennweite des Hohlspiegels enthalten ist.

In dem Rechte GHLV (Fig. 103), des des GV eben, und den HL verth. oben ist, steht der sphärische Hohlspiegel HG. Es sey die Buns dung GV des Rohrs einem Gegenstande zugewendet, der so weit entfernt ist, daß die von einem Punkte kommenden Strahlen divergirendem Strahl in als parallel angucken sind. Es kommen nun von des D. jectes in Hellen Punkt die Strahlen parallel (21), und von dem andern den der Strahl nur unter BB. Die auf den Spiegel fallenden Strahlen W, VC werden durch Reflexion das H. d. des Punktes V in 0 in des F. d. des Rohrs machen, und die Enden H. d. und LG das Bild des Punktes B in L. Allein ehe sie in einem Bilde zusammenkommen, werden sie von dem unter einem Winkel von 45° gegen die Achse des Spiegels angebrachten kleinen Planspiegel V in V reflectirt, und nach dem Entwerfen des Rohrs zu geworfen. Da ferner die convergirenden Strahlen nach vordere noch vermindert wird, so kommt der Strahl b des Strahlens b LHC nach 1, und der Strahl c des Strahlens c LHC nach 2, und es ist also das Bild des entfernten Gegenstandes des B. in 1 und 2 ausfallenden divergirenden Strahlen treffen auf die entfernte Ebene 1, und werden durch die Brechung darin unter sich und mit der Achse parallel, und schneiden die Achse in K. Das Auge in A sieht also das Bild des Gegenstandes deutlich W, und zwar unter dem Sehwinkel  $\beta = \alpha$  etc.

Wenn nun das Auge in D wäre, so würde es den Gegenstand klar unter dem Winkel ODB = LDO wahrnehmen. Da der Winkel DBO,

LDO klein ist, so ist  $\beta \approx \alpha$ .  $\beta \approx \alpha$   $\frac{10}{10} : \frac{10}{10} = \alpha : 10 = \alpha : 10$ .

Der Sehwinkel vom Bilde  $\alpha$  verhält sich demnach zum Sehwinkel

des Meereslandes OB, mit bloßen Augen betrachtet, wie die Brennpunkte des Lichts zur Brennweite zu des Oculars, oder der Feuerwand wird so einmal derweilheit näherkommen, als die Brennpunkte des Oculars in der des Hohlspiegels enthalten ist.

Da mehrere Meereslande einen längern, wie tore einen kürzern Zeitraum haben, so müssen der kleine Aufsteckel TV und das Ocular e nander mehr genähert oder von einander mehr entfernt werden lassen.

Uebrigens sieht man leicht, warum man in diesem Telescop die Gegenstände aufrecht wahrnehmen muß.

Newton optice, p. 90.

§. 507. Bequemer für irdische Gegenstände ist die zweite Art, das Gregory'sche Spiegeltelescop (Tubus Gregorjanus), dem Dr. Hooft besonders diese Einrichtung gegeben hat. Es ist ähnlich, wie der dem vorigen (§. 506.), ein Hohlspiegel in dem Rohre befestigt, der in der Mitte eine runde Oeffnung hat. Die von denselben convergirend zurückprallenden Strahlen werden von einem viel kleinern Hohlspiegel, der in einer der Summe der Brennweiten beider Spiegel gleichen Entfernung in der Achse des Rohres befestigt ist, aufgefangen, und als parallel durch die Oeffnung des größern Spiegels nach dem ersten Oculare zu geworfen, durch welches das umgekehrte Bild des Gegenstandes wieder aufrecht gebracht, und durch das zweite Ocular in dieser Stellung gesehen wird. Dieses Telescop hat also die Ähnlichkeit mit dem dioptrischen Endrohr (§. 797.)

In dem Rohre GHVI (Fig. 124) sey der in der Mitte mit einer kreisförmigen Oeffnung versehene Hohlspiegel DL befestigt. Er reflectirt die Strahlen OL, OC, die von einem object Punkte des Lichts aus fernem Object kommen, und die Strahlen DH, DJ, die von des Object's unterstem Punkte kommen, direct, daß das umgekehrte Bild des Object's als hervorgebracht wird. In dem Rohre ist ein anderer kleiner Hohlspiegel TV. In dieser vom Ende des Rohrs so weit entfernt, daß die Brennweite derselben beträgt, so werden die von dem aufsteigenden divergirenden Strahlen von ihm als convergirend zurückgeworfen, und es wird wiederum ein Bild in A, das einer in E, ähnlich mit dem Objecte hat. Die von A divergirend ausgehenden Strahlen werden durch die Brennpunkte in der convergenz Linse LM zu parallel, und durchstreifen sich als solche in K, wo sie das Auge empfangt und dadurch das Bild als deutlich sieht.

Wenn der kleine Hohlspiegel TV um seine Brennweite von dem DL abhebt, so werden die davor zurückgeworfenen Strahlen zu parallel, und durch die Brennpunkte in der Linse LM zu convergirenden. Sie werden

war ein Bild des Brennspiegels, das mit ihm eine rechte Abbildung bot. Treffen nun die hinterstehenden Strahlen dieses B. des Bildes auf eine gerade erhabene Linse, die von der retina um die Größe der Brennweite abhebt, so werden sie dadurch in parallel. und das Auge sieht dadurch, wie kein Erdbreite, das Bild deutlich.

Jac. Gregori optica promota. Lond. 1653. 4.

§ 808. Die dritte Art dieser katoptrisch-dioptrischen Fernröhre ist das Cassinische Spiegelteleskop, das dem Gregorischen (§ 807) ganz ähnlich ist, nur daß die vom größeren Spiegel convergirend reflectirten Strahlen statt eines Hohlspiegels von einem kleinen erhabenen Spiegel reflectirt werden, nach ehe sie in ihrem Brennpunkte zusammenkommen, und zwischen beiden im verkehrte liegendes Bild durch das convexe Okularglas gesehen wird.

§ 809. Die Spiegelteleskope waren vorzüglich beliebt, ehe die achromatischen Fernröhre erfunden waren. Sie können weit kürzer sein, als ein gemeines dioptrisches von gleicher Güte. Aber ihre Spiegel müssen auch mit außerordentlicher Genauigkeit gearbeitet werden; auch laufen diese an der Luft leicht an, und werden unscheinbar. Gläserne Spiegel kann man wegen der doppelten Bilder, die sie machen, nicht dazu brauchen. Das Platin würde auch hier wieder die entscheidendsten Vorzüge haben. Herschel hat die Spiegelteleskope zu einem ganz außerordentlichen Grade der Vollkommenheit gebracht, und sie von ungemeiner Größe ausgeführt. Schrader hat ihm darin mit glücklichem Erfolge nachzueifert. Von diesen größern Teleskopen ist der Gangspiegel, der sich im Newtonschen (§ 806.) findet, weggeschlossen, und der Beobachter sieht von vorn in das Rohr.

Nachstet ein dem ersten Herschel'schen Spiegelteleskope sehr dem in dieser Vorrede Abgesandte für das Neue aus der Physik Bd. V. Nr. 1. S. 108; Rodens astronom. Jahrb. 1770, Beobachter's v. W. Abhandl. Th. II. S. 148.

Nachricht von Herschel's optischem Teleskop; in Green's neuen Journ. der Physik, Th. III. S. 465 ff.

„Nachricht von den deutschen Astronomen in Berlin, Berlin, 1770, von dem ersten Institute beehrte Z. Hölle in Berlin's Ausg. LXX. S. 150. II.“



§. 810. Noch sind hier einige optische Fragen zu beantworten, die in dem Vorhergehenden keinen schließlichen Platz finden konnten.

- 1) Was ist die Ursach der Strahlungen, die wir an einer Lichtflamme wahrnehmen, wenn wir sie mit blinden Augen betrachten? Da die bemerkbarsten Strahlungen diejenigen sind, welche von unten divergiren, und wovon jede mit einer Verticallinie einen Winkel von etwa 7 Grad bildet, und da dieser Winkel dem gleich ist, welchen die Ränder der Augenlider beyen Schließen mit einer Horizontallinie machen; so ist es nach Young offenbar, daß diese Strahlungen durch Reflexion des Lichts von diesen flachen Rändern der Augenlider hervorgebracht werden. Die Seitensstrahlungen werden durch dasjenige Licht bewirkt, welches von den Seitentheilen des Pupillenrandes reflectirt wird, während der obere und der untere Theil der Pupille durch die Augenlider bedeckt sind.
- 2) Wodurch scheinen Funken zu entstehen, wenn das Auge im Dunkeln gedrückt oder gerieben wird? Ein breiter Druck, wie der vom Finger, auf den vorderen Theil des Auges im Finstern, verursacht ein kreisförmiges Spectrum an der Stelle, welche der gedrückten gegenüber ist; das Licht des Diskus ist schwach, das des Unkreises stärker. Wird hingegen eine schmale Fläche zum Drucke angewendet, wie der Knopf einer Stednadel oder der Nagel, so ist das Bild schmal und hell. Offenbar rührt dieß, nach Young, von der Reizung der Netzhaut am gedrückten Theile her; und das Gemüth bezieht sie auf die Stelle, von welcher Licht, das durch die Pupille läßt, auf diesen Platz fallen würde. Weil die Reizung am Umkreise der niedergedrückten Stelle, wegen der größern Dehnung, am größten ist, so ist auch hier die Erscheinung am lebhaftesten. Wenn das Auge zu gleicher



Zeit wirkliches Licht empfängt, so ist nur der Umkreis leuchtend, der Discus aber dunkel; und wenn das Auge an dem Theile, wo das Bild erscheint, ein Object sehen würde, so wird dies ganz unsichtbar und verschwindet. Es vermische also die stärkere Reizung durch Druck die schwächere durch wirkliches Licht. Wenn der vordere Theil des Auges zu wiederholten Malen gedrückt wird, so daß dadurch eine Art von schmerzhafter Empfindung veranlaßt wird, und ein fortwährender Druck auf die Sclerotica Statt findet, während ein ununterbrochener Druck auf die Hornhaut gemacht wird: so nehmen wir gewöhnlich leuchtende, daß ge Linien wahr, die einigermaßen unter einander verbunden sind, und von jedem Theile des Gesichtsfeldes gegen ein Centrum, das etwas mehr nach außen und höher als die Augerachse liegt, zuschießen. Wahrscheinlich wird hier eine ungleiche Bewegung der verschiedenen Stellen der Netzhaut, und mithin Ausgung derselben, hervorgebracht, die das Ueßel erzeugte, das sonst mit der Reizung von wirklichem Lichte verknüpft ist.

Thom. Young oben (S. 795) angef. Abhandl.

Ähere Untersuchungen über die Mischung und Entzückung des Lichts, und seine Verbindung mit Wärmestoff, als Feuer.

§. 811. Die Lehre, nach welcher das Licht als eine eigenthümliche Materie, die von den leuchtenden oder erhellten Körpern ausgeht, und in wirklich progressiver Bewegung fortgerückt dargestellt wird, heißt das Emanationsystem (besser die Emanationshypothese), dem an die Lehre entgegengesetzt, nach welcher das Licht zwar von einer eigenthümlichen Materie herrühren soll, die an Aether nennt, doch aber so, daß das Licht nur von







das man einer solchen Hypothese einräumen kann, besteht darin, daß sie irgend ein Medium, nach welchem das Licht wirkt, an sich selbst selbst konstantes Bild anknüpft. Bald dieser Seite das die Linsen-  
theorie: Vertheilung zweier ihrer großen Einwirkung ist einen unabweisbaren  
Vorzug vor der Strahlentheorie, Vertheilung, indem sie jedem weichen  
ich. n. Strich des Lichts, für erweichende Bewegung, für Fortsetzung  
für Fortsetzung, für Fortsetzung, für Bewegung, ein deutliches  
Bild darstellt.

§. 212 Der Zustand der Körper, worin sie leuchten, ist sehr häufig mit dem verbunden, worin sie erwärmen; oder Licht und Wärmestoff sind sehr häufig mit einander vereinigt. Diese Verbindung des Lichts mit Wärmestoff heißt Feuer, wie z. B. Sonnenfeuer, Küchenfeuer.

1) Aus der sehr oft Statt findenden Erscheinung des Lichts und Wärmestoffs folgt aber nicht ihre Identität, selbst nicht, daß auch der Wärmestoff die adäquate, objectiv-erhellende Ursache des Leuchtens sey. Im Wärmestoff wirkt nur unter Voraussetzung, das Licht nur unter Vorbedingung: beide werden also wesentlich verschieden seyn, wie es auch ihre abweichenden Eigenschaften und die Folgen sind, die sie befolgen. Wenn die Wärme nur Lichter Wärmestoff, so müßte nach einer ganz natürlichen Folge des jedes Leuchtens eine hohe Temperatur zu setzen seyn, woraus doch die Erfahrung spricht. Das Licht aber kann für eine Voraussetzung des Wärmestoffs erklären, ohne eine notwendige Ursache dazu anzunehmen, dringt, Wirkungen ohne Ursache bezeugen.

2) Wir sehen, daß die Erleuchtung eines auch von undurchsichtigen Materien eingeheilten Raumes ausbleibt, wenn die Lichtquelle darin verlischt, was nicht anders wäre, wenn das Licht, das darin einmal verbreitet ist, diesen Raum fortwährend als unerschöpfliche Quelle erfüllte. Ferner sehen wir im Beobachtenden schon erwähnten Erscheinungen, daß von dem vertheilten Körper nicht alle Arten des farbigen Lichts, die zusammen das weiße Licht machen, gleichgewogen seyn werden, und daß eben deshalb Korallen Farbs jungen können, Gold sich malen wir, daß wir im Glanze sind, Admet, die sich nicht leuchtend sind, in den Zustand zu versetzen, Licht zu entziehen, was z. B. die Feuermaterialien, wenn wir sie abgeben. Aus al. n. aus dem folgt nun, daß das Licht und die vertheilten Arten d. selben Licht in einem Zustande seyn können, worin sie nicht mehr eine erschöpfliche Flüssigkeit, und nicht mehr fähig sind, das Organ des Sehens zu befeuchten.

3) Aus dem Vorstehenden nun, der durch die in der Folge näher anzuführenden Erfahrungen bestätigt wird, daß in allen Fällen, wenn aus einem Körper Licht entzogen werden soll, durchaus ein gewisser Grad von Wärme notwendig ist, schreibe ich, daß das Licht seine ursprünglich expansive Flüssigkeit, sondern daß seine Expansibilität eine vom Wärmestoffe abgeleitete oder mitgetheilte, oder daß das Licht aus einer, an sich nicht expansiblen, eigenthümlichen Basis und dem Wärmestoffe zusammengefaßt sey.

4) Diese chemisch-mechanische Ursache des Lichts, die in chemischer Verbindung mit dem Brennstoffe das Licht macht, und mit ihm eine so weit sich erstreckende Wirkung erzeugt, welche unerschöpflich ist, das Erzeugen des Lichts zu sichern, wie es der Mensch oft allein nicht zu thun im Stande ist, muß durch einen neuen Namen unterschieden werden, und ich nenne sie Brennstoff oder Phlogiston.

5) Aus diesem Grunde nun, daß das Licht das aus Brennstoff und Sauerstoff zusammengesetzte Licht macht, läßt sich eine Art von Erleuchtungen des Lichts und Feuers erkennen, die sehr ganz unterschieden seyn können.

6) Wenn aus der Zusammensetzung des Brennstoffes mit Sauerstoff ein so unser Lichtstoff zu dem Lichtes hervorgeht, so muß ein aus des o. angetragenen Verhalten des Lichts zum Licht in der Zusammensetzung statt finden — Es ist also nicht möglich, daß Brennstoff, der nicht wenig Brennstoff enthält, aus dem man es den Lichtstoff zu sich zu ziehen zu werden, für andere Erleuchtungen doch noch Licht ist.

7) Die verschiedenen Arten des farbigen Lichts, vom weißen bis zum violetten Licht, sind von dem verschiedenen Verhalten des Brennstoffes zum Sauerstoff, nach und nach in Abtheilungen getheilt, in der Zusammensetzung zum Licht, der. Weichte, um d. des Lichts Verhalten zu dem farbigen Licht des Lichts aufzunehmen, das Vorgetragene.

Experimenten und Versuche über farbige Licht, finden sich in der Natur, von Licht, so ist, in Green's neuem Journ. d. Phil., T. III, S. 299 ff.

8, Das Licht hört auf, wenn Brennstoff des Lichts aufhört zu werden, es hört auf, wenn keine Gegenwart des Lichts auf einen bestimmten Grad kommt, sondern auch, wenn das Verhalten des Brennstoffes zum Lichtstoff kein so weit sich erstreckende Wirkung hervorbringt, so ist sich nicht daran klug noch als es der Lichtstoff erkennbar kann.

9) Das Licht kann ganz zerlegt und kann wieder zusammengeordnet werden, es kann ferner verändert werden, oder in eine andere Art des Lichts zerlegt werden, wenn das Verhalten seiner Bestandtheile anders wird.

10) Das Licht wird zerlegt, wenn keine Licht durch Zugabe der Brennstoffen, die von dem Brennstoffe getrennt sind, und dieser Lichtstoff sich als einer, feiner Brennstoff übrig bleibt, der nicht mehr leuchtend ist.

11) Das Licht kann aber auch dadurch aufhören, bestehend zu seyn, wenn es, so es zerlegt zu werden, seiner Zusammensetzung nach durch Zugabe anderer Materien dazu, aufhört, erloschen zu seyn, oder zerlegt wird.

12) Wenn das Licht durch andere Materien, durch die Anwesenheit derselben danach, besteht, ohne in seiner Zusammensetzung aufzuheben oder verändert zu werden, so sind diese Materien durchscheinend oder durchsichtig und farblos.









ner Fläche wie das Quadrat des Durchmessers des kreisförmigen Brennraumes zum Quadrate des Durchmessers des Spiegels verhalten. Da indessen kein Spiegel ein volle kommener Spiegel ist (§ 673.), so muß die Zentrirtheit des Feuers im Brennraume immer kleiner seyn, als nach dieser Berechnung. Gleichwohl ist die Hitze, die große Brennspiegel in ihrem Brennraume hervorbringen können, die größte, die wir zu erreichen im Stande sind. Verschiede großer Brennspiegel sind der Willersche und Lichtenbergsche. Die Materie dazu kann manigfaltig seyn, falls sie nur die gehörige Form und Polirung annimmt und die Sonnenstrahlen gut zurückwirft. Gewöhnlich macht man sie von Metall. Auch ein corbieres Silberglas, auf der erhabenen Seite befestigt, giebt einen Brennspiegel. Wenn der Brennspiegel die gehörige Wirkung thun soll, so muß seine Achse gegen die Sonne gerichtet seyn, und daß ist der Fall, wenn sich das Bild der Sonne auf einer Ebene, die die Achse des Spiegels senkrecht schneidet, kreisförmig abbildet. Diese Lage des Brennraumes macht daher manche Versuche mit dem Brennspiegel unblutigen. Wegen des Sonnenlaufes und der daher entstehenden Veränderung des Brennraumes muß man dem Spiegel außer der nöthigen verticalen Bewegung auch die horizontale leicht geben können. Auch mehrere Planspiegel können als Brennspiegel dienen, wenn man sie so richtet, daß sie die aufzufangenden Strahlen alle auf eine Stelle werfen. Wilson hat diesen Gedanken sehr glücklich ausgeführt.

M. Schenk a. a. O. 1. 1123 ff. D. Des Foculiers Methode und Gebrauch der Brennspiegel, a. d. Engl. überl. von J. J. von Georg Hom. B. 1. 1776. 4. S. 170. 171. 101 ff. Wilson in den Ann. de Chimie 1771. der fr. d. P. 1. 1771. S. 21 ff. 1773. S. 17 ff. Lichtenbergs, Chemisch. 1774. S. 420 ff. Lichtenbergs Magazin, B. V. S. 103. B. XII. S. 403. B. XVI. S. 313.

„Eden Wilson verfuhr die Aufgaben der Brennspiegel nach der Menge kleiner Brennspiegel hervorbringen (vergl. Schenk's Mag. 1771. und Lichtenbergs, von Copernicus's Theorie d. A. 1775. S. 17. ff.), daß einzelne Brennspiegel keine so große Hitze erzeugen, sondern nur durch ihre Menge große Brennspiegel (bis auf 100 aufrecht) erzeugt werden können.“

W.

§. 813. Bequemer als die Brennspiegel (§. 814) sind die Brenngläser, wozu man die konvexen Gläsernien (§. 705) anwendet. Ihre Wirkung, die Sonnenstrahlen zu verdichten, läßt sich aus dem, was eben (§. 707) vorgetragen worden ist, erklären. Weil aber nicht alles Sonnenfeuer, das auf sie fällt, auch durch sie geht, so ist auch ihre Wirkung bey gleicher Breite mit den Brennspiegeln kleiner. Wegen der Abweichung der Strahlen, die bey der Brechung von der Gestalt des Glases herrührt (§. 709), ist es nicht nur ohne bedeutenden Nutzen, den Brenngläsern eine Breite über 60 Ze. zu geben, sondern würde auch die Verfertigung ungemein erschweren. Man sieht leicht, daß sie in dieser Hinsicht um desto größer oder von desto größerem Durchmesser seyn können, je größer der Radius ihrer Krümmung ist. Da ihr Brennraum, wie aus der Strahlentredung in diesen Gläsern bekannt ist (§. 709.), kein Punkt ist, sondern noch eine merkliche Breite hat, so sucht man diesen bey großen Brenngläsern noch durch ein zweytes Glas, das Collectivglas, das mit dem ersten genau auf einerley Achse steht, in einen kleinen Brennraum zu verdichten. Man stellt das Brennglas so, daß seine Achse gegen den Mittelpunkt der Sonne gerichtet ist, zu welchem Ende man ihm sowohl eine horizontale als verticale Bewegung muß geben können. Die Macht in dem Brennraume großer Brenngläser kann den höchsten Grad erreichen. Besonders großer, sehr werthbarer Brenngläser sind die Eschenpousenschen, wovon das größere 33 Zoll (Paris) im Durchmesser, und 12 Z. Brennweite hatte. — Auch durch Verbindung zweyer Hohlgläser, deren Brennraum mit einer durchsichtigen Flüssigkeit, wie z. B. Wasser, Terpentinöl, ausgefüllt ist, lassen sich Brenngläser darstellen, wovon das sogenannte Troudaupinsche ein Beispiel ist. Erfahrungen über die große Hitze in dem Brennraume sowohl eines großen Eschenpousenschen als des Troudaupinschen Brennglases erzählt Macquer. — Auch Glass kugeln, mit Wasser gefüllt, können Brenngläser abgeben.





fort, und zwar mit veränderter Art des ausströmenden Lichts, wie man am besten wahrnehmen kann, wenn man ihre Früchten an einem dunkeln Orte beobachtet. Sie gehen beim Erkalten vom Weißglühen bis zum dunkeln Rothglühen verschiedene Nuancen des Lichts durch.

§. 818. Wenn wir auch nur einige Aufmerksamkeit auf die dem Einflusse des Lichts ausgesetzten Körper werfen, so zeigt sich sehr bald, daß die Einwirkung desselben im Stande ist, beträchtliche Veränderungen der Mischung zuwege zu bringen. Die Nothwendigkeit des Lichts z. B. zum Gelingen der Gärung ist unleugbar. Pflanzen, die beim Ausschlusse von allem Lichte wachsen, werden bleich, verlieren ihre Farbe, und erhalten diese nach und nach wieder beim Einflusse des Lichts darauf. Alle keimende Pflanzgen, wenn sie erst aus der Erde hervor an das Tageslicht treten, sind weiß und ungefärbt, und werden erst grün beim Einflusse des Lichts darauf; die innern Blätter der Kohl- und Kartoffelgärten, die von den äußern gegen den Einfluß des Lichts gedeckt sind, sind wässerig, weiß und ungefärbt, und erlangen erst Farbe, wenn sie sich entfalten haben.

Die Erfahrungen von Humboldt können jene allgemaine Thatsache nicht widerlegen, sondern nur beweisen, daß die Pflanzen ihren Bedarf auch außer dem Lichte aus andern Stoffen, besonders aus gewissem Geadorten, zu ziehen im Stande sind. S. A. v. Humboldt *Exposition raisonnée des principes physiologiques des Plantes*, Leipzig 1794. A. Sterns *schematisches Handbuch der Chemie*, Bd. I. S. 1244 ff.

„Eine große Verschiedenheit hinsichtlich der chemischen Wirkungen und derselben auf Organismen, zeigen die Farbenlichter. Das rothe Licht ist den meisten lebenden Wesen nachtheilig, das weiße, grüne und blaue vortheilhaft und nothwendig; rothes Licht zerlegt Salpetersäure, rothes Mercurerz u. nicht, entlarzt in Aether aufgelöstes salzsaures Eisenerz nicht und bewirkt keine Verbindung des Chlors mit dem Wasserstoffe zu Salzsäure, während diese hier allgemein und mehrere ähnliche Wirkungen durch weißes und gelbes Licht durch das blaue Licht des: prismatischen Farbenbogens erzeugt werden. Vergl. C. W. Scheele von der Luft und vom Feuer. Ups. 1777. S. 61. Bérard in Gilberts Ann. D. XLVI. S. 376. Wollaston a. a. O. S. XXXIX. S. 291. Guimer u. C. P. XI. S. 129 und 292. Diekmann in Scheerer's Journ. S. V. S. 227. Barthen, Resultat des von Herschel und Andern angestellten. Unterl.

Ab. d. Sonnenstrahlen, a. a. O. S. VII. S. 663. Gar' Einfluss  
 auf Thehard in Schweigger's Journ. d. V. S. 219. Vogel's d.  
 C. B. Vol. S. 95 und B. L. S. 136. 2c."

### Drittes Hauptstück.

## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen.

### Erscheinungen des Verbrennens in atmosphärischer Luft.

#### § 819.

Die merkwürdigste Art der Erzeugung des Feuers ist das Verbrennen (§. 816), wovon wir die begleitenden Umstände hier noch näher zu untersuchen haben.

§. 820. Man nehme einen offenen Glaszylinder, der mit einem eingetrichterten Stöpsel luftdicht verschlossen werden kann; stelle ihn offen in eine Schale mit Quecksilber, so daß er tief genug darin steht, etwa zur Hälfte seiner Höhe; man versetze ihn genau, und merke sich die Höhe des Quecksilbers in ihm genau durch ein angebrachtes Zeichen. Man lasse hierauf ein Stüchchen Phosphor unter den Cylinder treten (auf 9 Cub. Zoll eingeschlossener Luft wenigstens 1 Gran), und zünde ihn vermittelst eines Brennglases durch Sonnenseuer an. Er verbrennt mit Flamme und vielem weißen Rauche. Anfangs wird die Luft durch die entstehende Hitze ausgedehnt, und deshalb muß der Cylinder tief genug im Quecksilber stehen, damit nichts von derselben entweichen kann; ihr Volumen nimmt aber bald ab, und das Quecksilber steigt über das gemachte Zeichen in den Cylinder durch den Druck der äußern Luft empor. Nachdem alles



erhalten und auf die vorige Temperatur zurückgebracht ist, so findet man die einkländige Luft um ein Vierteltes in ihrem Volumen vermindert, so daß bey genau angestellter Messung  $\frac{1}{4}$  ihres vorigen Volums feststeht. Wenn die Luft und das Quecksilber recht trocken waren, so findet man die Fläche des Quecksilbers und des Cylinders mit einem weißen Salze bedeckt, das sauer schmeckt, sich leicht im Wasser auflöst, und an der freien Luft zu einer sauren Flüssigkeit zerfließt. Es ist Phosphordure, und sie wiegt, noch ehe sie zerfließt, mehr als der Antheil Phosphor, der dabey verbrannt ist, dergestalt, daß jeder Gran Phosphor bey gänzlichem Verbrennen etwa  $2\frac{1}{2}$  Gran dieser trocknen Säure liefert. In 12 Cubitzoll (paris.) atmosphärischer Luft kann man etwa 1 Gr. (franz.) Phosphor verbrennen; die Luft nimmt dabey etwa um 3 Cubitzoll oder  $1\frac{1}{2}$  Gran ab, und diese Abnahme correspondirt der Zunahme des Gewichtes der erzeugten Phosphorsäure. Die bey diesem Prozesse abg. bleibende Luft ist zum fernern Verbrennen des Phosphors sowohl als jedes andern verbrennlichen Körpers unsähig; auch ersticket Thiere darin.

*Lavoisier traité élémentaire de Chimie, T. I. p. 53—56.*

§. 823. Diese Erscheinungen (§. 820) finden bey allen und jedem Verkeennen in der atmosphärischen Luft Statt, nur mit gewissen Abänderungen, welche aus der besondern Natur jedes einzelnen brennenden Stoffes entspringen. Lavoisier hat zuerst, und mit vorzüglicher Genauigkeit und Scharfsinn über diese Erscheinungen Licht verbreitet; und so lassen sich folgende Umstände als ganz allgemein festsetzen:

- 1) Zur Entzündung jedes verbrennlichen Körpers ist ein gewisser Grad von Erhitzung derselben nöthig, der noch der Natur desselben größer oder geringer ist.

„Der Entzündungspunkt in atmosphärischer Luft liegt etwa gegenwärtig beim Phosphor auf  $40^{\circ}$  der achttheiligen Scala; beim Schwefel auf  $120^{\circ}$ ; bey der letztern Hoheit die obige Scala auf  $152^{\circ}$ .“

- 2) Wenn Ausschluß der atmosphärischen Luft geschieht, Feuer Verbrennen; und es geschieht um desto lebhafter, je mehr ihr Zutritt befördert wird.

Wir betrachten daher das Verbrennen und zertheilen die Luft, so mehr wir den Versuchung zum denken haben. Dies beweist die Wirkung des Kohlenbrenns, die die stehende und andere Arten des Feuerbrenns, den stehenden und fliegenden Winden, und endlich die heftigste Lampe.

- 3) In einer gegebenen Menge von atmosphärischer Luft kann nur eine gewisse Menge des verbrennlichen Körpers mit verbrennen.

Es kann z. B. in 12 Kubikfuß Luft, ein Kubikfuß Kohle mit verbrennen, der so wie bleibt, als wenn er nicht verbrannt wäre.

- 4) Die atmosphärische Luft, wenn ein Körper gebrannt ist, verbrannt worden, ist, bei gleichem Drucke und gleicher Temperatur, im Gewicht und Umfang vermindert, und hat die Fähigkeit verloren, zum ferneren Verbrennen und zur Respiration für Thiere zu dienen.

Da die Luft, und zum Theil auch der Kohlenbrenn, beim Verbrennen ein Luftverminderung erleidet, so ist es, daß das Gewicht von der Luft vermindert wird, und das, was über dem Gewicht der Luft verbleibt, ist, das, was die Luft vermindert hat, und das, was die Luft vermindert hat, ist, das, was die Luft vermindert hat.

- 5) Der verbrannte Rückstand des Körpers (er sei nun fest, oder tropfbar flüchtig, oder eine in ansehnlicher Menge Gluthum) wiegt um so viel mehr, als das Gewicht des verschwundenen Antheils der atmosphärischen Luft beträgt.

### Zusammensetzung der atmosphärischen Luft.

§. 822. Offenbar ist also unsere in kleinen Massen farblose, in größeren blau erscheinende atmosphärische Luft, (die wir hier von der Atmosphäre selbst unterscheiden) aus zwei verschiednen Luftarten zusammengesetzt: aus einer, die allein das Verbrennen zu unterstützen fähig ist, die beim Acte des Verbrennens mit dem brennbaren Körper

verbunden wird, die allein zu den Functionen der Respiration für Thiere fähig ist, die nur etwa 0,21 — 22 Theile atmosphärischen Luft ausmacht, und die nur durch den Namen Lebensluft (*Aer vivans*), oder Sauerstoffgas (*Gas oxygenicum*), Sauerstoffgas, aus Gründen, die sogleich erhalten werden), unterschieden; und dann aus einer andern Luftart, die nicht zur Unterhaltung des Verbrennens geeignet ist, worin Thiere ersticken, die etwa 0,79 — 78 Theile davon beträgt, und die den Namen Azotgas (*Gas azoticum*), Stickgas, erhalten hat.

Neuere Untersuchungen haben gelehrt, daß das Verhältniß dieser beiden Bestandtheile in der atmosphärischen Luft nicht so unänderlich ist, als man vermuthet glaubte. Luft aus den russischen Doren, aus den verschiedenen Hölzern, aus den unedelmsten Gesteinen, selbst die höchste Luft aus einem Bergkesselsborte vieler Meeresküsten, zeigt doch keine sehr bedeutende Veränderung in dem Verhältnisse jener Bestandtheile. Die jetzige Verhältnißtheil der atmosphärischen Luft, Wasser, und Verbindungen, besonders von organischen Körpern, hat es, die nachtheilich noch in die verschiedensten Bestandtheile zerfallen sich zeigen zu können. Man sehe von Humboldt's und Gay-Lussac's Versuche über die Bestandtheile der Atmosphäre, in Berthollet's neuem chem. Journ. der Chem. B. V. S. 45 ff. 3"

Als beständige Bestandtheile des Stickstoffs und Sauerstoffgases in der atmosphärischen Luft findet man auf dem Wasserdampf die Kohlensäure, nach Duvoy 0,001, nach Humboldt 0,005 bis 0,008 bei 32° 20'.

Sauerstoff und Stickstoff gehen in Gemischungsverhältnissen von

1,3 Stickstoff	+ 0,5 Sauerstoff	atmosphärische Luft
1,3 — —	+ 1 —	oxydirtes Stickgas.
1,3 — —	+ 2 —	Stickgas.
1,3 — —	+ 3 —	Salpeterminerale.
1,3 — —	+ 6 —	Salpetersäure.

In Wasserlösungen finden sich Stickstoff + 20, oder Stickstoff + 40, oder + 50, oder + 125, oder + 200 Sauerstoffgas die gewöhnlichen Verhältnisse.

## Oxygenas. Oxygen.

§. 823. Einige Substanzen, welche das Oxygenas der atmosphärischen Luft in der Höhe in sich nehmen, lassen das selbe wieder in einer stärkern Höhe des Blühens, wie z. B. das Quecksilber, so daß man dadurch im Stande

ist, diesen Bestandtheil der atmosphärischen Luft vom Stickgas abzusondern für sich darzustellen. Sonst kann man noch aus vielen andern Körpern in der Glühhitze das Oxygenas reichlich gewinnen, wie z. B. aus Salpeter und dem Braunkohle (dem natürlichen Manganoxyd) „und in sehr reinem Zustande aus dem Zündsalze oder sogen. oxydiert salzsaurem, oder richtiger chloresäurem Kali. Kr.“ Wir wollen hier das Manganoxyd dazu wählen.

§. 824. Man fülle eine kleine irdene Retorte mit reinem gepulvertem Braunkohle, füge an die Mündung ihres Halses eine blecherne Röhre luftdicht an, lege die Retorte in einen Sandofen, bringe die Mündung der Röhre unter den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pneumatischen Apparats (s. 609.), und erhitze die Retorte allmählich und stufenweise bis zum Glühen. Erst geht die atmosphärische Luft der Gefäße über; beim Glühendwerden des Braunkohls aber entwickelt sich die Lebensluft oder das Oxygenas, das sich dadurch zu erkennen giebt, daß ein glühender Holzkohlen darin von selbst zur Flamme ausbricht. Wenn keine Luft mehr kommt, nimmt man die Mündung der Röhre aus dem Wasser, und läßt die Retorte erkalten.

§. 825. Dieses Gas unterscheidet sich nun auffallend von der atmosphärischen Luft, ob es gleich in einigen Eigenschaften mit ihr übereinkommt. Es ist geschmack- und geruchlos; wird vom Wasser wenig oder nicht absorbiert; ist etwas spezifisch schwerer, als atmosphärische Luft (s. 368.); und ist zur Respiration für Thiere und zur Unterhaltung des Verbrennens weit fähiger, als die letztere. Ein Thier erstickt im eingeschlossenen Raume dieser Luft viel später, als in einem gleich großen eingeschlossenen Raume von atmosphärischer Luft. Ein verbrennender Körper, wenn er 4 bis 5 Cubikfuß atmosphärischer Luft zu seinem gänzlichen Verbrennen erfordern würde, hat nur Einen Cubikfuß Oxygenas dazu nöthig. Die Intensität des Verbrennens, oder die Entwicklung des Feuers dabei, ist weit stärker, als

als in atmosphärischer Luft. Eine Wachskerze brennt darin mit hellerer und größerer Flamme und kargerndem Versäusche. Das glühende Docht derselben wird darin wieder zur Flamme erweckt. Zunderschwamm, der sonst nur glimmt, brennt darin mit Flamme. Glühende Kohlen verzehren sich darin weit schneller, und brennen mit stärkerem Scheine. Eine zugespitzte stählerne Wurfeder, die vorher an der Spitze glühend gemacht ist, oder an welche man ein Stückchen angezündeten Zunderschwamm gesteckt hat, verbrennt darin mit vielen Funksenprühen. Besonders stark und allgemein leuchtend aber ist die Flamme des darin verbrennenden Phosphors. Durch ein Röhrchen an die Mündung einer Kerze, oder noch besser, auf eine glühende Kohle geleitet, kann man damit eine Hitze hervorbringen, welche der Hitze großer Brenngläser und Brennspiegel gleich kommt, (und dieselbe übertrifft, wenn es möglichst concurirt, das mit ihm zusammenfließende, zuvor ebenfalls stark zusammengedrückte Wasserstoffgas — im sogenannten Knallgasgebläse — verbrenne; vergl. oben §. 574 u. f. Kr.)

Jungenhous' neueste Gesetze, B. I. S. 221 ff. S. 563 ff.

Von Humboldt's Apparat, vermittelt des Oxygengas in unterirdischen Brunnen die hohen Alkalien und Schwefelwasserstoff zu erzeugen und mit Lauge brennend zu erhalten. S. Collin's Chemische Annalen 1796. B. II. S. 99 ff. 155 ff.

§. 826. Man unternehme nun den Proceß des Verbrennens des Phosphors im eingeschlossenen Raume dieses Oxygengas auf dieselbige Art, als in atmosphärischer Luft (§. 820.). Man fülle zu dem Ende einen Cylinder mit Quecksilber in einer Schale, und lasse etwa die Hälfte seines Inhalts Oxygengas hinaustrreten. Man bringe dann ein Stückchen Phosphor unter den Cylinder, das in dem Quecksilber emporsteigt und darauf schwimmt; man zünde es unter dem Cylinder vermittlest eines Brennglases an. Wenn der Phosphor verbrannt ist, bringe man wieder frischen darunter, wiederhole das Verbrennen, u. s. f. Man findet nun, daß hierbei alles eben so vorgeht, wie beim Verbrennen in atmosphärischer Luft: nur mit dem Untere

schiede, daß die Stärke des Feuers dabei größer ist; daß mehr Phosphor in gleichem Räume dieses Gas verbrennen kann; und daß, wenn Phosphor zum Verbrennen genug da und das Sauerstoffgas ganz rein ist, die Luft ganz und total verpfunden wet. Bemerkend findet man indessen einen geringen Rückstand von Stickgas, das damit vermischt war. Die gebildete Phosphorsäure ist hierbei von eben der Art, als beim Verbrennen in atmosphärischer Luft, und wiegt ebenfalls, auch noch ehe sie zerfließt, und selbst nach dem Auflösen, mehr, als der dazu verwendete Phosphor. Diese Zunahme des Gewichts correspondirt dem Gewichte des dabei verschwundenen Sauerstoffgas.

„In Versuch 84 ist von Glas in den Versuch, besonders auf die in 1 beschriebene Art, mit an überwindlichen Schwierigkeiten verbunden, wenn der Arbeiter die, welche das Verhölzen des Phosphors begleitet. Nach dem Ende der Versuche, wenn man eine kleine Menge der Luft oder des Phosphors, die mit Stickgas vermischt war, mit einer reinen Probe ausführt, dann nicht Phosphor, sondern Stickgas, und man sieht, daß es sich nicht verbrennt, und man sieht, daß es sich nicht verbrennt, und man sieht, daß es sich nicht verbrennt.“

§. 827. Nach Lavoisiers genauer Bestimmung verschwinden bei dieser Operation durch das totale Verbrennen von 45 Gr. (franz.) Phosphor 139½ Cubitzoll (franz.) oder 69,375 Gr. Sauerstoffgas, und es bilden sich 114,375 Gr. feste Phosphorsäure; oder 100 Theile Phosphor verzeihen beim Verbrennen 154 Theile Sauerstoffgas dem Gewichte nach, und geben dann 254 Theile feste Phosphorsäure.

Lavoisier & Laplace 1788.

„Feuerstein unter Schmelze 12 Theile nehmen 10 Th Phosphor, 15 Th Sauerstoff 21, damit 15 Th ein wahre Säure bilden.“

§. 828. Den Gaszustand von gebundener Wärme ableitend, hat man der eigenthümlichen Basis der Lebensluft den Namen Oxygen, Sauerstoff (Oxygenium. Lat. *oxy* = sauer) gegeben, weil mehrere verbrennliche Körper durchs Verbrennen in Lebensluft zu Säuren werden, und weil sie ein Bestandtheil der meisten Säuren ist. Das Oxygen



gas oder die Lebensluft besetzt dieser Annahme zu Folge also aus Oxygen und Wärmestoff.

§. 829. Durch bloßes Glühen allein entläßt int:stein der Braunkstein nicht alles Oxygen — jedoch haben Versuche mit der Hitze des Knallgasgebläses gezeigt, daß die Erde verschiedener unedler Metalle, bei sehr hohen Hitzegraden — gleich den Erden der edlen Metalle, die schon bei mäßiger Hitze ihren Sauerstoff gasförmig fahren lassen — allein einen halben Sauerstoff als Gas entlassen, und dann als unverbrennte (reduirte) Metalle zurückbleiben. *Sie.*"

§. 830. Das Oxygen ist für uns eine einfache Substanz, das heißt, wir können es nicht weiter in andere ungleichartige Stoffe zerlegen. Es ist sehr ausgebreitet in der Natur vorhanden, und macht einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft, des Wassers, der meisten Säuren, aller Salzsäure und aller Verbindungen der Körper des Pflanzens und Thierreichs aus.

### Theorie des Verbrennens.

§. 831. Stahl nahm zuerst, auf Veranlassung von Becher, in den verbrennlichen Körpern das Wesen eines eigentümlichen Wesens an, das er Phlogiston oder Brennstoff nannte, und das er als die Quelle des Feuers beim Verbrennen betrachtete. Den Einfluß der Luft beim Verbrennen, ihre Zersetzung dabei, konnte Stahl gar nicht. Von den weitem Fortschritten in der Kenntniß dieses Einflusses blieb man dessen ungeachtet von der Nothwendigkeit der Annahme eines solchen Wesens überzeugt, änderte aber nach der Lage der Kenntnisse von den das Verbrennen begleitenden Umständen die Vorstellungen, wie der Brennstoff Feuer erzeuge, verschiedenlich ab.

*Jo. Jacob Becher physica subterranea, Lipsi. 1703. 8. Specimen Becherianum, exim. 640. 1720. 8. Lipsi. 1723. 8. Georg Ernst Stahl's physica Medica und auch die Becher's über den Geist sein sogenanntes Salsum. Halle 1717. 8.*



§. 832. Die Entdeckung des Sauerstoffes, des Verschwindens dafelben beim Verbrennen aller Körper überhaupt, besonders bei der Oxydation der Metalle, und die Wiedererzeugung desselben aus dem Quecksilberoxide durch bloßes Glühen, ließ zuerst an der Existenz eines Brennstoffes in verbrennlichen Körpern und Metallen, als Quelle des Feuers, zweifeln, und Lavoisier hat sich sowohl durch diesen, schon vor ihm von Scheele und Priestley gemachten, als durch andere von ihm angestellte Versuche und Beobachtungen berechtigt, die Annahme eines eigenen entzündlichen Grundstoffes anzugeben, die darauf gegründeten Vorstellungen in der Chemie ganz zu verwerfen, und ein neues System zu errichten, welches deshalb den Namen des antiepi-logistischen Systems erhalten hat.

*Mémoire sur la combustion, par Mr. Lavoisier; in den Mém. de l'Acad. des scs. 1777. S. 402 ff. ist abgedr. in Lavoisier's nachgelassenen Werke, Th. V. S. 151. Lavoisier's Betrachtungen über das Brennbare 1789, zur Entwicklung seiner Theorie vom Verbrennen aus Verfaßten; und den Elem. de la ver. des scs. 1789. S. 105 ff. überh. in Lavoisier's Chem. Anstalt, 1793. B. II, S. 145 ff. Lavoisier's Mémoire sur la combustion, P. II. à Paris 1790. 8. „Gründriss der Naturphilosophie, unter dem Tit. Lavoisier's Werkem der atmosphärischen Chemie. Berlin 1791; 2. Ausgabe 1805.“ Mathem. oxygen. experimentell confirmirt, abdr. in: Ber. des Schuler, Argander, 1781. 4. Philosoph. chem. Anst. — par A. J. Berthollet, à Paris 1792. 1794. 8. Chemische Philosophie, oder Grundwahrheiten der neuen Chemie, von L. B. Berthollet. A. d. Franz. überl. von Joh. Sam. Traug. Gmelin. Leipzig, 1792. 8. „Dem Franz. Original dieses Werks ist 1800. die sehr verbesserte dritte Auflage in Paris erschienen.“ 3*

§. 833. Nach diesem Systeme ist ein verbrennlicher Körper ein solcher, der bei einer gewissen Temperatur das Vermögen besitzt, das Oxygen der Lebensluft stärker anzuziehen, als derselbe vom Wärmestoffe darin angezogen wird. Die Lebensluft besteht aber diesem Systeme zu Folge nicht bloß aus Oxygen und Wärmestoff, sondern enthält auch noch das Licht als Bestandtheil. Wenn nun ein entzündlicher Körper, z. B. Phosphor, bei der zu seiner Entzündung nöthigen Temperatur in Sauerstoffgas gebracht wird: so zieht er das Sauerstoffgas daraus an, und vereinigt sich da-

mit zu einem neuen Producte; so wird der Phosphor das mit zur Phosphorsäure; das Drogen gas wird folglich zersetzt, und sein gebundenes Licht und sein gebundener Wasserstoff werden frey, und bilden das Feuer, welches entweicht. Weil nun in vielen Fällen bey dem Verbrennen des verbrennlichen Körpers aus demselben und dem Drogen eine Säure gebildet wird, so ist durch Veranlassung gewesen, die Basis der Lebenelust Drogen, saurerzeugenden Stoff oder Sauerstoff (*Oxygene* zu nennen; nicht deshalb, weil sie an sich sauer sey, sondern weil sie mit der saurefähigen Grundlage (*Base assimilable*), wie in unserm Falle mit dem Phosphor, erst Säure erzeugt. In dem Falle aber (der sehr häufig ist), wenn die verbrennliche Substanz zwar Drogen aufnimmt, aber dadurch noch keine Säure wird, wie z. B. die meisten Metalle, nennt man das Product Oxyde. Das Verbrennen heist noch diesem Systeme deshalb auch eine Oxydation oder Oxydierung. Aus der Verbindung der verbrennlichen Substanz mit dem ponderablen Drogen folgt die Zunahme des Gewichts des verbrannten Rückstandes, und wegen der Impponderabilität des Lichts und des Wasserstoffes die Ueberschuldung dieser Zunahme mit dem Gewichte des verschwundenen Theils des Drogen gas. Das Verbrennen kann somit nur so lange dauern, bis die verbrennliche Substanz mit Drogen gesättigt ist. In der atmosphärischen Luft hindert das Stickgas, womit das Drogen gas darin vermischt oder vermengt ist, daß die Erscheinungen des Verbrennens darin nicht mit der Lebhaftigkeit vor sich gehn können, als im reinen Drogen gas. Da endlich das Stickgas vom verbrennlichen Körper in der Regel nicht afficirt wird, so bleibt es als Rückstand der atmosphärischen Luft übrig. Das Drogen besitzt übrigens gegen die verschiedenlich gearteten Materien eine verschiedene Verwandtschaft, und kann daher auch aus einem Körper an den andern übertreten, gegen den es eine stärkere Verwandtschaft besitzt, und es kann selbstergestalt der verbrannte Körper

wieder zum entzündlichen Körper gemacht oder beschrybt werden.

§. 834. Nach diesem Systeme geschieht also das Vertheilen verbrennlicher Substanzen in Drogen gas durch eine einfache Ueberschwandtschaft, und ist Quelle des Feuers 12 einzig und allein das Drogen gas; der verbrennliche Körper geht dazu nichts her. Wenn man ganz inpartheisch sein will, so muß man annehmen: daß nach diesem Systeme das Licht eine ganz überflüssige Rolle spielt; daß es ganz wegzufallen könnte, ohne daß das System dabei Eintrag lide; daß die Phänomene, wo Licht ohne allen Beirath des Drogen gas aus verbrennlichen Körpern zum Vorschein kommt (§. 816. Anm.), damit in Uebereinstimmung stehen; daß darnach das Drogen gas der einzige und alle mögliche Vertheiler des Lichts ist; und folglich von der Einwirkung des Lichts von andern Körpern, von der Entstehung der Farben der Körper, von der Erzeugung der elektrischen Materie in den Körpern, die doch auch Licht ohne Vertheiler des Drogen gas gibt, und von andern oder §. 812. Anm. u. §. 816. Anm.) angeführten Umständen, keine Nothenschaft gegeben werden kann. Um diese Lücken, welche das antiphlogistische System in Aufhebung so vieler und wichtiger Erscheinungen des Lichts läßt, zu ergänzen, müssen wir, nach der im Vorhergehenden vorgetragenen Lehre von der Zusammensetzung des Lichts (§. 812. Anm. 3 bis 15.), die Anwendung eines eignen Brennstoffes in den verbrennlichen Körpern selbst zu Hülfe nehmen, und also beide Systeme gescheitern lassen und vereinigen. Nach diesem neuere System ist nun zwar die Basis des Lichts oder der Brennstoff ein Bestandtheil aller entzündlichen Körper; wenn wir aber auf den Boden, wegen seiner Imponderabilität, in chemischer Hinsicht so wenig achten wollen, als auf die elektrische Materie der Körper, so können wir auch die von der antiphlogistischen Chemie als chemisch einfach angesehenen entzündlichen Stoffe in dieser Rücksicht als solche gelten lassen, und können müssen auch die Sprache der Antiphlogistiker reden.

Das neue System übertreft sich in dieser Hinsicht also, wie Krönig selbst anerkennen werden, noch mehr dem antiphielosophischen, als in der That, wie es Anders geliefert hat. Man sehe: Ueber die unorganischen Gegenstände der Chemie, von J. B. Richter, Breslau und Hartberg. St. III. 1795. 2.

„Von dem herrschenden Streite, welchen die antiphielosophische Ehemie erregt, seien die weichen Gegner derselben, und besonders auch der verdienstliche Gren, im den Fehler, daß sie etwas Unwissenschaftliches dem System mit dem Wissenschaftlichen vermischten. Ein Fehler, der schon noch jetzt hin und wieder gemacht wird. Die Erklärung des Erweichens, die Charakterisirung dieses so wichtigen Stoffes, sein Verhalten in der atmosphärischen Luft, im Wasser, in den weichen Säuren, in den Metallsalzen, kurz, die ganze große Rolle, welche dieser Stoff in der Natur spielt, dieß waren die wichtigsten Punkte des neuen Systems, und alle diese Punkte waren nicht Hypothesen, sondern eine unbestreitbare Thatsache. Daß aber ein Gas aus einer ponderablen Basis und Wärmestoffe bestehe, war eine bloße Hypothese, die allerdings viel für sich hat, und welche Lavoisier selbst vielleicht in einem etwas zu entscheidenden Lenz vortrug. Von dieser Hypothese hab aber alle jene Thatsachen unabhangig, und lassen sich rein ohne dieselbe ausdrücken. Was bey der Verbrennung des Phosphors geschieht, laßt sich z. B. auf folgende Art ausdrücken: 3 Theile Phosphor verbunden sich mit ebensoviele 2 Theilen Sauerstoff zu 5 Theilen Phosphorsäure; die Art der Verbindung ist mit einer Lichterhöhung und mit Wärmeerzeugung verbunden, und die entstehende Wärme ist so groß, daß dadurch 100 Theile Eis von der Temperaturs 0 schmelzen können. Wer die Sache so ausdrückt, der spricht lauter Thatsachen, und mit diesen das Wissenschaftliche des neuen Systems aus. Wer noch hinzusetzt, daß das Licht und die Wärme, welche sich bey dem zusehen, die Wirkung seydes unponderablen Stoffes sind, die vorher im Sauerstoff gebunden waren, der setzt zu den Thatsachen eine vielmehr nicht wissenschaftliche, aber doch immer nur eine Hypothese hinzu. Und wenn weiter Jemand hinzusetzt, der Lichtstoff sey nicht im Sauerstoff, sondern im brennbaren Körper gebunden gewesen, so bekennt er offenbar sein neues System der Chemie, sondern macht nur zu einer unsichern Speculation einen noch unsicheren Zusatz.“

§ 35. Nach diesem letzteren Systeme ist also ein verbrennlicher Körper ein solcher, der nicht nur die Basis des Lichts enthält, sondern auch Anziehung genug zum Oxygen besitzt, um es dem Wärmestoffe im Oxygengas entziehen zu können. Ich will zur Erläuterung bey dem Phosphor als verbrennlicher Substanz stehen bleiben. Wird derselbe im Oxygengas erhitzt, so wird dadurch seine Anziehung zum Wärmestoffe vermindert, so daß seine Anziehung zum Oxygen überwiegen werden kann. Nun geht also der Act seines Verbrennens an: der Phosphor zieht das Oxygen des



eine geringere Hitze machen, daß Körper bloß verglimmen, die sonst in stärkerer Hitze in Flamme verbrennen würden, eben weil jene Hitze nicht zur Verflüchtigung der verbrennlichen flüchtigen Substanz hinreicht. Aus dem verschiedenen quantitativen Verhältnisse des Brennstoffes zum Sauerstoff bei ihrer Verbindung durchs Verbrennen (§ 835.) läßt sich auch die verschiedene Farbe der Flamme erklären.

Kerhol und Schwefel geben beim schwachen Verbrennen eine blaue Flamme, die Aufzucht der Borazsaure in Alkohol brennt mit einer grünen, der Aufzucht der salzsauren Strontianerde in Alkohol mit einer rothen Flamme.

„Daher leitet diese Farben des wenigsten brennenden Alkohols von einer Auscheidung (Reduction) der metallischen Grundstoffe der Salze (z. B. des Borons der Borazsaure) und Wiederverbrennung her.“

§. 837. Das Verbrennen verbrennlicher Substanzen kann wegen ermangelnder nöthiger Temperatur manchmal so schwach seyn und so langsam eifolgen, daß sich dabey nur bloßes Leuchten, und zwar nur im Dunkeln, und auch da nicht einmal, zeigt. Das Oxydiren der Metalle in schwächerer Hitze ist ein so schwaches Verbrennen, daß dabey auch nicht einmal im Dunkeln Licht wahrgenommen wird, ob es gleich in stärkerer Hitze in sehr bemerkbares Verbrennen übergehen kann.

§. 838. Auch der gemeine Phosphor erleidet in einer Temperatur, die nicht bis zu seiner wirklichen Entzündung hinreichend ist (§. 826.), in der atmosphärischen Luft ein allmähliges und langsames Verbrennen, woben das erzeugte Licht so schwach ist, das es bloß im Dunkeln wahrgenommen werden kann. Er zerfließt hierbei zu einer Säure, verzehrt das Sauerstoffgas, und es geht hierbei alles eben so vor, wie bey seinem wirklichen Verbrennen. Der Phosphor kann sogar nach van Marum's Entdeckung noch in einer sehr stark verdünnten atmosphärischen Luft leuchten, worin sonst kein eigentliches Verbrennen mehr vorgehen



kann. Uebrigens lösen, nach Thénard, 6 Litre Stickgas 0,03 Gramm Phosphor unter schwachem Drücken auf.

Beitrag zur Berechtigung der antiphoosphorischen Chemie, auf Versuche gegründet, von J. B. A. Gay-Lussac, in: *Ann. Chim. Phys.* 1804, 8. Ueber das Leuchten des Phosphors, in et autres autres Recherches, — von J. B. A. Gay-Lussac, in: *Ann. Chim. Phys.* 1799, 8. — Gren's neues Journal der Physik, 8. III. S. 39, 59, 550 ff.

Uebersetzung über das Verbrennen des Phosphors in dem sauren sauren Wasser der Phosphorsäure, von D. von Marum; in Gren's neuem Journal der Physik, 8. III. S. 59 ff.

Thénard in Schwabiger's Journal. B. VII. S. 209, nach Gilbert's Ann. B. XLVI. S. 207.

§ 89. Wenn Materien zusammen vermische werden, die bei ihrer Erwärmung auf einander Wärmestoff in der noch geringen Menge enthalten, und entzündliche Substanzen dabei sind, so kann dadurch beim Zugange der atmosphärischen Luft Selbstentzündung entstehen. Denn nun sind die Bedingungen zum Verbrennen vorhanden.

Ein Beispiel ist die Entzündung der Oel durch erhitzenen Schwefel. Man schütte ein voll Zerstossenes in ein flachformiges Gefäß, worin dazu ein halbes Loth trocknes Nitroöl, quatre et sixes mit einer Obergewand, und worin man frische oder alte Kohlen Oel, oder saure Wein. Es entsteht sogleich eine lebhafte Selbstentzündung mit einer bedeutenden Flamme.

§ 840. Wenn aber auch in Gemischen durch Verbindung und Zusammenrühren entzündlicher Bestandtheile die Anziehung derselben zum Orogen verstärkt, und sonst noch Wärmestoff darin freigemacht wird, so können sie dadurch ebenfalls in Selbstentzündung gerathen. Beispiele geben:

- 1) Zombetta's Pyrophor oder Luftzündler, aus gebranntem Alcan und Kohlenstaub zusammen gehörig zusammengesetzt. „Das Kalium dieses Gemisches bewirkt durch sein Verbrennen das Erglühen, jedoch mache Proult's Pyrophor ohne Kalium eine Ausnahme.“

Er."

Gren's chem. Handb. der Chemie, Halle 1794, Bd. I. S. 619 ff.

„In der neuen Klopfer'schen Ausgabe, Halle 1804, S. 612 ff.“



2) Die Selbstentzündung des angefeuchteten Gemenges aus Eisensfeile und Schwefelblumen.

Baum's erläuterte Experimentalchemie, Bd. II. S. 673 f.

3) Die Selbstentzündung stark gerbsteter noch heiß zusammengepackter Rostentleer, Eichenrinde, u. dergl., des Hanfes mit Leinöl und Kienruß, u. d. m.

Neue Nordische Berträge, B. III. S. 52 f. Vortrag zur Geschichte der Selbstentzündungen und der sogenannten Fulsänder, von Buchholz; in L'Essai's Chemischen Annalen, 1734. B. I. S. 421 f. S. 45 f. Hacquet, ebendas. 1791. B. I. S. 303.

„I. v. Herzdub's und J. Davy's Untersuchungen über die Verbrennung, haben in unsern Zeiten vorzüglich dazu beizutragen, das Gesetzmäßige der dieselben begleitenden Erscheinungen nachzuweisen; es ergibt sich aus den Versuchen dieser Physiker:

- a) daß die Flamme ein bis zum Glühen erhitztes Gas ist „Vergl. m. Annal. d. Physik. Heidelberg 1807. B. II. Cap. VII. n. I. Nr.“, und daß die Lichtentzündung derselben um so größer ist, je mehr die Verbrennenden oder die durch die Verbrennung vorhandenen Erzeugnisse feuerbeständig sind, und das aufgelaugene Licht reflectirt und mit dem nachher ausstrahlenden Lichte vermischen. Phosphor, Zink u. brennen mit kochendem Lichte, Wasserstoffgas brennt mit geringer Lichtentwicklung, dagegen um so größerer Hitze;
- b) daß die Hitze der brennenden Gase sich verhält, wie die Masse der Verdünnung, des weicher sie verbrennen und ihrer Temperatur vor der Entzündung. Ein Gemisch aus Sauerstoff- und Wasserstoffgas wird bei gleicher Verdünnung durch den elektrischen Funken nicht mehr entzündet. Chlorgas und Wasserstoffgas hingegen noch bei solcher Verdünnung. Das erstere Gemisch wird hingegen durch den elektrischen Funken entzündet, wenn es zuvor sehr abige werden war. Sauerstoff- und Wasserstoffgas explodiren nur in der Mischg. gleichtheil.
- c) daß das Vermögen der Gase die Wärme zu zerstreuen, oder von der Oberfläche der festen Materien fortzuleiten, im umgekehrtem Verhältniß ihrer Dichtigkeit steht. Das niedrigste Thermometer taucht sich im Hydrogengas am schnellsten, im Chlorgas und kohlenstofftem Gas am langsamsten ab;
- d) daß ein Gemisch von Sauerstoff- und Wasserstoffgas bei Noth gleichzeit. ist, d. h. ohne Explosion und langsam verbrennt, und daß daher ein in Zitter- oder Niccolband, oder in ein Gemisch aus Koblenwasserstoff- und Sauerstoffgas getauchter, Wärme schnell leitender Draht, ein still abkühnendes Verbrennen bewirkt (z. B. Lampe ohne Flamme), und Gemische aus brennbarem Gas und Sauerstoffgas nicht angezündet werden, wenn man mit einem Deutlicher ein geschlossenes System hinstellt (Davy's Aethervertheilung), oder dergleichen Gasgemische aus sehr kleinen Oefnungen herausströmt, und vor der Oefnung angezündet, wo sich dann die Entzündung nicht bis zur Entzündung der ungeschlossenen größeren Gasgemische ausbreitet (Droste's, von Newmann ausgeführtes Kugelbild);



## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 525

„Dass bei jeder chemischen Wäskung, bei welcher das Gemisch eine andere Dichte hat, als in der Zeichnung, seine Grösse sich ändert, ist so es dem andern Normgewicht das Normgewicht, das neuerlich Gay: Lussie in Paris festgestellt, seine ersten Beobachtungen, an der Luft selbst. Es wird 1 Th. Waſſer ſeyn, wenn Sauerſtoff in Sauerſtoff nach Salpeterſäure und Licht aus Waſſer, wenn das Sauerſtoff in Waſſer und Licht ſich ſelbſt. 27“

„Der Sauerſtoff bildet mit den Metallen entweder basische Oxyde (z. B. Kalium), oder neutrale Oxyde (z. B. Waſſer), oder die Stelle der Sauerſtoff in der Säure im Salz ſubſtituirende ſubſtituirende, oder ſaure Oxyde, Metalle. Das Color oder Halogen giebt auch die Waſſer, Waſſer oder Waſſer und Chloridum, Jodide — Jodoide und Jodſäuren z. B. Jodide — Sauerſtoff z. B.“

## E u d i o m e t e r.

§. 841. Die Kenntniß der atmosphäriſchen Luft und ihrer Miſchung iſt für die geſamte Naturlehre von der größten Wichtigkeit. Aber eine genaue Analyſe derſelben iſt eine der künſtlichen chemiſchen Arbeiten. Als man ihre weſentlichen Beſtandtheile, Oxygen und Azot, kennen gelernt hatte, ſann man bald auf Mittel, ihr quantitativer Verhältniß zu finden. Voriglich war es intereſſant, den Oxygengehalt der Luft beſtimmen zu können, und man ſieht leicht, daß hierzu jeder Stoff gebraucht werden kann, der durch ſchnelles oder langſames Verbrennen das Oxygen der Luft vollständig abſorbirt. Man hat daher nach und nach die Veräthſchungen zu dieſem Zwecke erfunden, deren man den Namen Eudiometer gegeben (von *eudon*, welches die Griechen von einer heitern, reinen, lieblichen Luft-brauschen). Die Benennung beruht indeſſen auf der irrigen Meinung, als ob die Güte und Annehmlichkeit der Luft ſediglich von ihrem Gehalte an Oxygen abhängig wäre. Priestley war der erſte Erfinder eines ſolchen Instruments. Sein Verſuchsmittel war das in der Folge zu erwähnende Salpetergas. Fontana und Ingenhouſſ haben die Veräthſchung verbeſſert. Scheele bediente ſich zu demſelben Zwecke eines befeuchteten Gemenges von Eiſenſäure und Schwefel, in welchem der Schwefel langſam verbrennt und das Oxygen der Luft abſorbirt, beſonders des Schwefelkalk (Schwefel-



sorgfältigen Versuchen mit der Volta'schen Geräthschaft findet man sehr beständig nur 20 bis 21 pro Cent Sauerstoff in der atmosphärischen Luft. §.

§. 843. Ob man aber gleich durch eudiometrische Mittel die Menge der respirablen Luft in einer Luftart mit Genauigkeit finden kann, so kann man doch die absolute Güte und Heilsamkeit einer solchen Luft fürs Athemholen dadurch nicht bestimmen. Noch viel nützlicher würde es seyn, wenn wir Mittel hätten; die für unsere Gesundheit und für die Functionen des Lebens nachtheiligen Bestandtheile der Luft, die wir athmen und womit wir umgeben sind, mit Sicherheit und Genauigkeit bestimmen, und so ein Rakometer mit dem Eudiometer verbinden zu können.

§. 844. Das Brennen eines Körpers, wie z. B. einer Kerze, ist ein sicherer Beweis von dem Vaseyn der nöthigen Menge der Lebensluft in einer zu prüfenden atmosphärischen Luft; und man kann sich desselben allerdings nützlich bedienen, um wenigstens zu erfahren, ob die Luft, z. B. unterirdischer Gruben, Höhlen und Bergwerke, noch athembare ist.

## Säuren.

§. 845. Säuren (Acida) sind verbrannte Materien von einem meist sauren Geschmacke, welche die blaue Farbe verschiedener Pflanzepigmente in eine rote verwandeln, und mit den meisten (mehr oder weniger unvollkommen) verbrannten, in ihnen auflöslichen Metallen, oder den Salzgrundlagen (Basen) Salze bilden.

Nicht alle blaue Pflanzepigmente werden von Säure roth. Man bedient sich als Prüfungsmittel zur Erkennung der Säuren hauptsächlich der Lackmustrinctur oder des damit gefärbten Papiers. Jene ist sehr empfindlich gegen Säure, zumal wenn man sie so weit mit reinem Wasser verdünnt hat, daß sie himmelblau wird.

„Die Säuren werden gegen Basen negativ, letztere positiv electrisch, und in der galvanischen Kette bewegen sie sich dem positiven Pole zu, während die Basen von dem denselben entgegengesetzten,



## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 529

52) Silbersäure (A. *argenticum*, A. *argentique*).

53) Iridiumsäure (A. *iridicum*, A. *iridique*).

54) Siliciumsäure (A. *ilicium*, A. *silique*).

### B) Fluorinsäure.

55) Flußsäure (A. *hydrofluoricum*, A. *fluorique*).

56) Boronflußsäure (A. *boracico-fluoricum*, A. *borofluorique*).

### C) Chlorin- oder Chlorsäuren.

57) Chlornasserstoffsäure (Salzsäure, A. *hydrochloricum* T. *maria-*  
*ticum*, A. *hydrochlorique*).

58) Chlorkohlensäure (? *phosgenicum*, A. *phosgenique*).

59) Chlorphosphorichte Säure (A. *chloricophosphorosum*, A. *chlorphosphoreux*).

40) Chlorphosphorsäure (A. *chloricophosphoricum*, A. *chlorophos-*  
*phorique*).

41) Chlorschwefelsäure (A. *chloricosulphuricum*, A. *chloresul-*  
*furique*).

42) Chlorkaliumsäure (A. *chloricokalum*, A. *chlorckalique*).

43) Chlorzinnäure (A. *chloricostannicum*, *chlorstainique*).

44) Chloryodsäure (A. *chloricojodicum*, A. *chlorojodique*).

### Jodin- oder Jod- Säuren.

45) Jodwasserstoffsäure (A. *hydriodicum*, A. *hydroiodique*).

46) Jodphosphorichte Säure (A. *jodophosphorosum*, A. *jodophos-*  
*phoreux*).

47) Jodphosphorsäure (A. *jodophosphoricum*, A. *jodophospha-*  
*rique*).

48) Jodschwefliche Säure (A. *jodosulphurosium*, A. *jodesulfureux*).

### D) Schwefelsäure.

49) Schwefelwasserstoff- Säure (A. *hydrothionicum*, A. *hydrosul-*  
*furique*).

### E) Phosphorsäuren.

50) Phosphorwasserstoff- Säure (A. *hydroposphoricum*, A. *hy-*  
*droposphorique*).

### F) Selen- Säuren.

51) Selenwasserstoff- Säure (A. *hydroselenicum*, A. *hydroselo-*  
*nique*).

### G) Tellursäuren.

52) Hydrotellursäure (A. *hydrotelluricum*, A. *hydrosellurique*).

### H) Blausstoff- oder Cyansäuren.

53) Hydrocyanäure (Blausäure, A. *hydrocyanicum* L. *cyoticum*,  
A. *prussique*).



54) Cyanchensäure (? Eisenkyparsäure, *A. ferrocyanicum*, *A. ferrocyanique*).

I) Anthrazoindioniduren.

55) Hydro Anthrazoindionidure (? Schwefelkyparsäure, Schwefelblausäure, *A. hydroanthrazoindionium*, *A. hydroanthrazoindionique*).

II. Säuren mit zusammengesetzter Grundlage.

A. Kohlenwasserstoffhaltige

a Sauerstoffsäuren.

56) Oxalsäure (*A. oxalica*, Zuckersäure, *A. oxalicum*, *A. oxalique*).

57) Citronensäure (*A. citricum*, *A. citrique*).

58) Weinsäure (Weinsäure, *A. tartaricum*, *A. tartarique*).

59) Schleimsäure, Milchzuckersäure, *A. mucosum*, *A. mucosique*.

60) Honigzuckersäure *mellitum*, *A. melisique*.

61) Eichenäure (*A. linicum*, *A. linique*).

62) Apfelsäure (*A. malicum*, *A. malique*).

63) Pflanzensäure (*A. fungicum*, *A. fungique*).

64) Milchsäure (*A. lacticum*, *A. lactique*).

65) Ameisensäure (*A. formicum*, *A. formique*).

66) Essigsäure (*A. aceticum*, *A. acétique*).

67) Äthersäure (*E. aethericum*, *A. aetherique*).

68) Gallussäure (*A. gallicum*, *A. gallique*).

69) Melonsäure (Opionsäure, meconicum, *A. meconique*).

70) Stocklachsäure (*A. laccacum*, *A. gomme-laccique*).

71) Lactidure (*A. laccicum*, *A. laccique*).

72) Bienzliche Weinsteinäure (*A. pyrotartaricum*, *A. pyrotartarique*).

73) Schwammäure (*A. choleicum*, *A. choleique*).

74) Bernsteinsäure (*A. succinicum*, *A. succinique*).

75) Benzoesäure (*A. benzoicum*, *A. benzoique*).

76) Camphersäure (*A. camphoricum*, *A. camphorique*).

77) Koffensäure (*A. fiebericum*, *A. fieberique*).

78) Maulbeerbolzsäure (*A. moraxilicum*, *A. moraxilique*).

79) Gallertsteinsäure (*A. cholelithicum*, *A. cholelithique*).

80) Tansäure (*A. subacicum*, *A. margarique*).

81) Wendäure (*A. oleaceum*, *A. oleique*).

b) Kohlenstoff und Wasserstoffhaltige

a Sauerstoffsäuren.

82) Ammonsäure (*A. ammoniacum*, *A. ammoniacique*).

83) Arsenäure (*A. uricum*, *A. urique*).

84) Purpursäure (*A. purpuracum*, *A. purpurique*).

## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 532

### C) Blaustoffhaltige

#### a. Sauerstoffsauren.

85) Oxycyanäure (*A. cyanicum, A. cyanique*).

#### b. Chlorsauren.

86) Chlorsäure (*A. chlorocyanicum, A. chlorocyanique*).

### D) Weingeisthaltige

87) Schweflichte Weinsäure oder Schwefelweinsäure, *A. prot-oeno-thionicum, A. prot-oenothionique*.

88) Schwefelweinsäure (oder zweite S. W. Säure, *A. deutoenothionicum, A. deuto-enothionique*).

89) Weinschwefelsäure (oder dritte S. W. Säure, *A. trit-oenothionicum, A. trit-oenothionique*).

90) Geistige Essigsäure (*A. spirito-aceticum, A. spirito-acetique*).

Die Zahl dieser letzteren Säuren, so wie die der vorhergehenden ist wahrscheinlich weit beträchtlicher, als obiger Verzeichniß angedeutet, indess bedürfen die übrigen noch genauere Untersuchungen. Außerdem lassen sich mehrere, vielleicht die meisten schon fertigen Säuren noch mit Sauerstoff verbinden, wie Thénard gezeigt hat (*Annal. de Chim. et de Phys. T. IX. p. 51. 94*), der vorzüglich das vollkommenste Barntoxyd (welches erhalten wird, wenn man gewöhnlichen Nephelot der Einwirkung des Sauerstoffs preis giebt, wo er dann noch eine beträchtliche Menge Sauerstoff einlauft) oder statt dessen die Zersetzung der Sauerstoffsalzsäure durch Silberoxyd benutzte, um im Salpetersäure, oder Salzsäure, Phosphorsäure, Essigsäure u. ihm auflösend, und die Auflösung durch Schwefelsäure zersetzend, jene Säuren mit Sauerstoff zu beladen. Es gelang ihm auf diese Weise nicht nur die genannten Säuren, sondern auch die Flußsäure, Schwefelsäure, verschiedene Metalloxyde (besonders die so gen. Alkalien und Erden) und selbst das Wasser mit Sauerstoff zu überfüllen, Verbindungen darstellend, die von den bisher bekannten zum Theil wesentlich verschieden sind.

„Die meisten Säuren setzen sich (wie oben §. 820. die Phosphorsäure) zusammen aus einem sogenannten Radical, oder der Sättigungsfähigen Grundlage (*Base acidifiable*), die bei jeder Säure anders ist (bei der Phosphorsäure Phosphor), und aus Oxygen (Sauerstoff), welches daher man seit Lavoisier gewöhnlich als das Princip der Säuerung (*Base acidifiante*) betrachtet (§. 823.) §.“

§. 846. Es giebt von den Säuren mehrere Arten, die sich durch ihr Verhalten gegen andere Körper wesentlich von einander unterscheiden. Man theilt sie gewöhnlich ein in mineralische, vegetabilische und thierische Säuren; allein manche Säuren sind den Körpern mehrerer Reiche der Natur gemeinschaftlich eigen, und daher werden sie

zweckmäßiger nach ihren Grundlagen und ihren Säuren oder sauer machenden Bestandtheilen geordnet.

§. 847. „Die Zerlegung der Säuren, wie der Salz Grundlagen erfolgt durch Entziehung des Säuren (z. B. des Sauerstoffs der Sauerstoffsäuren) mittelst einer dritten Materie, welche mit demselben sich eint, während die Grundlage der Säure ausgedrückt wird. Z. B. Zerlegung der Phosphorsäure durch Erhitzung mit Kohle, unter Bildung von Kohlensäure und Ausfällung von Phosphor. — Oefters wird aber auch ungelöst, die Grundlage entzogen, und der säuernd. Stoff frei z. B. Zerlegung der Salzsäure durch Sauerstoff, der ihr den Wasserstoff entzieht, damit Wasser bildend und dadurch das Chlorin frei machend. Und durch von entgegengekehrte Richtung her bewirkte Einströmung beider Elektroden, des  $+$  u. und des  $-$  F (z. B. wenn die Säuren z. B. in den Polen einer galvanischen Kette oder Stüle als Leiter sich befinden) werden beiderley Bestandtheile, die Grundlage und die Säuren frey und ungebunden abgeschieden. Jedoch übernimmt dabei gewöhnlich das mitzerlegte Wasser die Zerlegungsvermittlung, so auch bey denen durch die Elektroden, welche werdenden Grundlagen. Siehe weiter unten, 4. Hauptstück. Rr.

§. 848. Die meisten Säuren mit zusammengesetzter Grundlage entstammen organischen Körpern, und können zwar in ihre letzten Bestandtheile zerlegt, aber zur Zeit noch nicht wieder zuammengesetzt werden. Säuren mit zusammengesetzten Säuren, z. B. die Blausäure, lassen sich hingegen aus ihren Grundstoffen wieder erzeugen. Rr.

§. 849. Säuren, deren Radikal aus einerley Grundstoffen zusammengesetzt ist, unterscheiden sich von einander bloß durch das Verhältniß ihrer Bestandtheile gegen einander, und können daher auch durch Abänderung dieses Verhältnisses in einerley Säure verwandelt werden.

§. 850. Die säuerungsfähigen Grundlagen sind einer verschiedenen Grades der Sättigung mit Oxygen fähig. Wenn sie ganz mit letztem gesättigt sind, so heißen sie vollkommene Säuren. In der wissenschaftlichen Nomenclatur endigen sich die Namen der letztern im Lateinischen auf *icum*, im Französischen auf *ique*. Wenn die säuerungsfähigen Grundlagen hingegen noch nicht mit so viel Oxygen gesättigt sind, als sie aufnehmen können, so heißen sie unvollkommene oder unvollständige Säuren, ob sie gleich nicht immer eine schwächere Acidität zeigen. Ihre Namen sind im Lateinischen auf *olum*, im Französischen auf *eux* flektirt; im Deutschen habe ich es durch die Flexion auf *igt* auszudrücken gesucht.

„Wenn eine Grundlage mehr als zwei Säuren mit dem Säuren darstellt, so bezeichnet man die verschiedenen Säuren entweder durch Bezeichnung von Zahlen z. B. erste, zweite, dritte Salpetersäure, oder nennt eine davon die mittlere, wenn deren drei sind, oder verändert die Stellung der ihre Benennungen ausmachenden Silben, wie ich es in dem Verzeichniß der Säuren z. B. der Salpetersäure, der Schwefelweinsäure etc. gethan habe.“

Kr.”

### Salzgrundlagen.

§. 851. Die Salzgrundlagen (Bases), Basen oder basischen Metall-Oxyde (§. 840 letzte Anm.) bilden mit den Säuren Salze, und zerfallen hinsichtlich ihres Verhältnisses zum Wasser, in lösliche und unlösliche. In den erstern gehören die Alkalien und die Alkaloide, in den letztern die Erden und die basischen Oxyde der schweren Metalle (vergl. 70.)

Kr.”

§. 852. Die Alkalien (Alcalia) oder Laugensalze schmecken scharf und urins, machen die blaue Farbe verschiedener Pflanzenpigmente grün, die rothe violett oder blau, und die gelbe braun; sie stellen die durch Säuren rothgemachten blauen Pigmente wieder in ihrer vorigen Farbe dar, so wie die Säuren hinwiederum die Wirkungen der Alkalien darauf aufheben.

§. 853. Nicht alle blauen Pflanzengigmente werden von Alkalien grün, so wie z. B. nicht das Lacmus. Man bedient sich als Reagentien für die Alkalien des blauen Dioslensyrups, des mit Fernambuc roth\*, und des mit Curcuma oder mit Rhabarber gelbgefärbten Papiers, der durch eine ganz schwache Säure rothgefärbten Lafermentinctur, der rothen Alkannatinctur, der Heidebeereinctur und der Rosentinctur, welche durch dieselben grün gefärbt wird. Kr."

§. 854. In der Natur treffen wir die Salzgrundlagen nicht rein an, sondern immer in Verbindung mit andern Substanzen, z. B. mit Kohlensäure und andern Säuren. Die Kunst muß sie davon erst scheiden. Hier ist nur die Rede von den reinen Alkalien, die man wegen ihrer auflösenden Kraft auf das Zellgewebe und die Faser auch ätzende Alkalien (*Alcalia caustica*) nennt, und deren brennbare Grundlagen die ersten der S. 69 aufgeführten leichtesten Metalle sind. Kr."

§. 855. Wir kennen sieben Arten der Alkalien: 1) Ammoniak oder flüchtiges Alkali (*Ammoniacum* s. *Alcali volatile*), 2) Kali oder Pflanzenalkali (*Kali* s. *Alcali vegetabile*), 3) Natrium oder Thieralkali (*Natron* s. *Soda* s. *Alcali animale*) 4) Lithon oder Steinalkali (*Lithon* s. *Alcali minerale*), 5) Baryt (oder Schwereerde *Barytum* s. *Baryta* s. *Terra ponderosa*), 6) Strontian oder Strontianerde (*Strontium* s. *T. strontiana*) und 7) Kalk (*Calx* s. *Calcaria*). Letztere drei werden auch erdige Alkalien genannt. Das Ammoniak ist, ohne Vermischung des Wassers, gasförmig (*Ammoniakgas*) seine wahrscheinlich metallische Grundlage ist zur Zeit noch nicht für sich dargestellt worden. Durch chemische Zersetzung zerfällt es zunächst in 1,8 Gewichtstheile Stickstoff und 0,890 Wasserstoff. Die übrigen Alkalien bilden mit dem Wasser theils feste, krystallinische, theils flüssige Hydrate. Kr." Wegen ihrer Eigenschaft begreift man

die letzteren auch unter dem gemeinschaftlichen Namen der feuerbeizendigen Alkalien (*Alcalia fixa*), und nennt das erstere flüchtiges Alkali (*Alcali volatile*).

§. 856. „Wenn man zu einer flüssigen Säure in kleinen Portionen flüssiges Alkali quet, so erhält man in jedem Falle eine ganz gleichartige Mischung beider. Anfangs wirkt diese Mischung immer noch als Säure, aber die Wirkung wird schwächer, je mehr Alkali hinzukommt. Endlich tritt ein Punkt ein, wo alle saure Wirkung verschwunden, aber auch keine alkalische Wirkung sichtbar ist; dieß ist der Punkt der Neutralität. Führt man fort, Alkali zuzusetzen, so fängt die Mischung an, alkalisch zu wirken, und dies um so stärker, je mehr man zusetzt. Säuren und Alkalien sind also in allen Verhältnissen mischbar, aber nur bei einem ganz bestimmten Verhältnisse ist die Mischung neutral. Im neutralen Zustande sind die meisten Salze löslich. Doch giebt es einige, die auch bei einem Ueberschusse von Säure (wie Weinsäure und Kochsalz), andere, die bei einem Ueberschusse des Alkali krystallisiren (wie Borax).“

§. 857. „Hinsichtlich der Wirkung gegen reagirende Elemente und gegen die Säuren ähnlich, verhalten sich die Alkaloide (*Alcaloidea*, *Pseudo-Alcalia*) d. s. aus organischen Körpern stammende, Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zu Bestandtheilen habende, der Neutralisation durch Säuren fähige, bei hoher Temperatur zersichtbare, meist giftige Salze. Sie sind in den neuesten Zeiten entdeckt, und die Zahl derselben wächst täglich. Eines der ausgezeichneten ist das im Opium vorkommende Morphin. Die übrigen (z. B. das Strychnin, Delphinin u.) bedürfen noch erst der genaueren Untersuchung. Gilbert's Ann. B. LV. S. 61. B. LV. I. S. 152. 163. B. LIX. S. 50. — Rastner's Berlin. Jahrb. für die Pharmacie. XVIII. XIX. und XX. Jahrg.

§ 858. Erden (Terraes) sind unentzündliche, feuerbeständige Körper, die sich ohne Zwischmittel in Wasser nicht auflösen lassen. Wir kennen gegenwärtig sechs verschiedene Erden: 1) Talkerde, 2) Thonerde, 3) Berylls oder Glycinerde, 4) Zinkerde, 5) Nitererde und 6) Thotinerde.

„Die metallischen Grundlazen sind die einzigen leichteren Erden (oben S. 63) mit Ausnahme des Silicium. Kr.“

§ 859. Einige Erden, namentlich Zinkerde, lösen sich schwer oder gar nicht in Säuren auf; noch andere, namentlich Thonerde, Glycinerde und Nitererde, lösen sich zwar leicht in Säuren auf, neutralisiren sie aber nicht. Die Verbindung einer Säure mit einer Erde hieß sonst eadiges Mittelsalz (Sal medium terrestre).

§ 860. „Die Talkerde nähert sich unter allen am meisten den Alkalien, indem sie unter andern auch Säuren vollständig zu neutralisiren vermag. Kr.“

§ 861. „Die meisten Verbindungen der Säuren mit Erden sind bei jedem Ueberschusse der Erde, vom Neutralitätspunkte an entweder krystallisirbar, oder schwer auflöslich, oder unauflöslich. B.“

§ 862. „Die Kieselerde verdient ihrer sauren Natur wegen, gleich der Tonerde den Säuren zugezählt zu werden; denen ich sie daher auch beigeordnet habe. Kr.“

§ 863. „Wenn Salze, die aus Säuren mit Alkalien oder Erden bestehen, im flüssigen Zustande gemischt werden, so erhält man eine einzige homogene Mischung, so lange der flüssige Zustand bleibt. Vermindert man aber das Auflösungsmittel (das Wasser) durch Verdunsten, so setzen sich allmählig in bestimmter Ordnung Neutrals und Mittelsalze ab; und das Hauptresultat, welches diese Schiedungen befolgen, ist dieses: daß die am schwersten auflösbaren Mittel sich zuerst ausscheiden. B.“

„Berthollet recherches sur les loix de l'affinité. Berthollet über die Größe der Verwandtschaft, Berlin 1802, S. 150 ff. B.“



## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 537

So unschmelzbar die Kieselsäure (Kieselerde, *Acidum Silicium*, *Silicium*, *Silice*) für sich im Feuer ist, so leichtflüssig wird sie durch Vermischung der feuerbeständigen Alkalien („mit denen sie eigenthümliche, meist schwer- oder unlösliche Salze bildet. *Er*“). Diese lösen sich im Feuer leichter auf, und verbinden sich mit ihr zu einem neuen Producte, dem Glase.

Das Glas (*Vitrum*) ist also eine Zusammensetzung aus feuerbeständigem Alkali und Kieselerde. Die letztere erlangt durch erhöhtes Schmelzbarkeit, und das Alkali verliert dagegen seine Auflöslichkeit in Wasser und Säuren. Je mehr man Alkalien zum Glase nimmt, desto weicher und schmelzbarer wird das Glas, desto weniger widersteht es aber der Einwirkung des Wassers und der Säuren. Die Hülte des Glases hängt von der Reinheit der Ingredienzien, von dem gehörigen Verhältnisse derselben gegen einander, und von dem dünnen und anhaltenden Flusse beim Schmelzen ab.

§. 864. „Basische Oxyde schwerer Metalle. Sie verhalten sich zu den Säuren analog den Erden, sind zum Theil ziemlich flüchtig, schmelzbar und häufig mehr oder weniger gefärbt. Ihre Auflösungen in Säuren werden größtentheils durch eingesetzte, leicht oxydierbare Metalle, theils auch durch Schwefelwasserstoff, oder Phosphorwasserstoff, oder auch blausaure Alkalien, oder durch flüssigen Verbrestoff zerlegt, und im ersteren Falle häufig die Metalle derselben für sich (regulinish), in den übrigen Fällen, in Verbindung mit Schwefel, oder Phosphor, oder Blausstoff, oder Verbrestoff niedergeschlagen; jedoch kommen hierin bei einzelnen basischen Oxyden schwerer Metalle Ausnahmen vor. Mehrere dieser Oxyde bilden mit dem Wasser ebenfalls Hydrate. *Er*“

„So giebt z. B. Eisen, Mangan, Nickel, Titan, Kobalt und Cerium mit Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag, wenn sie von Materien aufgelöst gehalten werden, die schwächer sind als die Mineral-säuren. *Er*“

„Nicht alle schwere Metalle geben mit dem Sauerstoffe basische Oxyde; z. B. Arsenik und Selen geben nur neutrale Oxyde und Schwefel. *Er*“

„Das weiße Bleioxydhydrat (oder Hydrat des Bleioxyds) ist nach Scheele im Wasser löslich. Vergl. Berlin. Jahrb. B. XIX. S. 214. *Er*“

§. 865. Salze (*Salia*). Sie sind entweder neutrale, oder saure oder basische Verbindungen der Salzgrundlagen mit Säuren. Im ersteren Falle sind die saure

ren und basischen Eigenschaften im chemischen Gleichgewichte oder ausgeglichen, im zweiten waltet Säure, im letzten Base vor. Sie sind entweder luftbeständig, oder sie verlieren durch Luft und Wärme Krystallwasser und verwictern, oder geben Feuchtigkeit aus der Luft an und zerfließen. Sie bestehen nur in bestimmten quantitativen Verhältnissen ihrer näheren Bestandtheile, nehmen meistens theils eigenthümliche Krystallformen an und sind so zahlreich, als es verschiedene Salzgrundlagen giebt, deren gewöhnlich jede einzelne mit jeder einzelnen der verschiedenen Säuren, ein verschiedenes Salz darstellt. Kr."

### Einfache verbrennliche Stoffe.

§ 866. „Sollten auch die brennbaren Stoffe, nach der oben (§. 812. Anm. 4, vergetragenen Hypothese, aus der Basis des Lichts oder dem Brennstoffe und ihrer eignen Grundlage zusammengesetzt seyn, so kann man doch die entzündliche Substanz einfach nennen, wenn ihre Grundlage nicht weiter zerlegt werden kann, indem man auf den Brennstoff in chemischer Hinsicht nicht weiter Rücksicht zu nehmen braucht (§. 834.) J."

§. 867. „Im engeren Sinne kann man nur folgende sechs Stoffe einfache brennbare Stoffe nennen: 1) Phosphor, 2) Hydrogen oder Wasserstoff, 3) Kohlenstoff, 4) Boron, 5) Schwefel, 6) Selenium. Es geht aber noch einige Stoffe, die man im weitern Sinne mit dazu rechnen kann: nemlich 7) Chlorin, 8) Jodin, 9) Fluorin (?), 10) Azot oder Stickstoff, und 11) alle Metalle, unter denen einige, wie z. B. Zink (und die leichteren Metalle sämmtlich), in der Glühhitze im eigentlichen Sinne, und zum Theil selbst mit einer Flamme brennen. J."

## W a s s e r.

§. 868. Das Wasser ist keine einfache Substanz, wie man sonst glaubte, sondern kann in ungleichartige Bestandtheile zerlegt und wieder daraus zusammengesetzt werden.

§. 869. Man schütte Wasser in eine kleine gläserne Retorte, lege sie in ein Sandbad, lüthe ihren Hals in einen eisernen Zintenlauf, in dessen Mitte man noch spiralförmig gewundenen Eisendraht und eiserne Nägel gebracht hat; man bringe das untere, ebenfalls offene Ende des Laufs unter den Trichter der mit Wasser gefüllten pneumatischen Wanne, mache seinen mittlern Theil durch Kohlen glühend, und erhebe das Wasser in der Retorte bis zum Kochen. So wie nun die Dämpfe des kochenden Wassers durch den glühenden Theil des eisernen Rohres streichen, verwandeln sie sich in eine Gasart, welche entzündlich ist und sich charakteristisch von andern Gasarten unterscheidet.

§. 870. Um aber die Veränderungen, die das Wasser bei der Erzeugung dieser Gasart erleidet, besser bestimmen, und Schlüsse daraus auf die Mischung des Wassers ziehen zu können, stelle man den vorigen Versuch auf folgende Weise an. Man nehme eine beschlagene Röhre aus hartem Glase, bringe in die Mitte ihrer Höhlung 274 Gr. (franz.) spiralförmig gewundenen Eisendraht, lüthe in die obere Mündung derselben den Hals einer kleinen gläsernen Retorte, in die man zwei Unzen destillirtes Wasser geschüttet hat, und lege sie in ein Sandbad. Den mittlern Theil der Röhre, wo das Eisen liegt, lasse man durch ein Kohlenbecken etwas geneigt treten, und lüthe ihr unteres Ende in eine Mutterflasche, die in kaltem Wasser steht, und aus der eine Leitungsröhre unter den Trichter der pneumatischen Wanne tritt. Man mache die Glasröhre in der Mitte nach und nach glühend, bringe dann das Wasser in der Retorte zum Kochen, und nöthige so seine Dämpfe, durch das glühende Eisen zu streichen, wo sich dann auch

das erwähnte Gas erzeugt. Man erhält, wenn alles ausgeht, nach Abzug der atmosphärischen Luft der gleiche, etwa 416 Cubikzoll (paris) von dieser brennbaren Luft, die 15 Gr. (franz) wiegen. Das Eisen in der Retorte ist verändert und wie verbrannt: es ist brüchig und schwarz geworden, und wiegt nur 16 Gran mehr, als vor der Operation. Das in der Wasserflasche gesammelte Wasser beträgt, wenn dass überdestillirt ist, 100 Gr. weniger, als das zur Operation angewendete.

Lavoisier traité élémentaire, T. I. S. 93 ff.

§. 871. Das erhaltene Gas besteht aus Gründen, die sogleich erhellen werden, Hydrogenium oder Wasserstoffgas (*Gas hydrogenium*, *Gas hydrogène*), sonst brennbare, erlöschbare Luft (*Aër inflammabilis*). Es ist die leichteste von allen Gasarten, besitzt einen unangenehmen Geruch, doch, je reiner es ist, desto schwächer, ist irrespirabel, und lödt ein hinzugebrachtes Thier auf; sonst aber ist es selbst brennbar, und läßt sich entzünden, wenn Oxygengas oder atmosphärische Luft Zugang hat. So brennt es an der Mündung einer Flasche, worin es enthalten ist, nach dem Anzünden mit einer Flamme, die desto schneller in das Gefäß hinabsteigt, je weiter die Mündung der Flasche ist. Wenn man eine mit diesem Gas gefüllte Glasglocke aus dem Sperrwasser hebt, so kann man von unten her das Gas darin ebenfalls anzünden. Wenn aber man das Gas in einem Gefäße mit zwey bis dreymal so viel (dem Volumen nach) atmosphärischer Luft, so verbreitet sich die durch eine brennende Kerze an der Mündung der Glasglocke verursachte Entzündung im Momente durch den ganzen Raum, und es entsteht eine starke Explosion, die noch stärker ist, wenn man einen Theil reines Oxygengas mit zwey Theilen Hydrogenium (dem Volumen nach) vermischt hat. Man unternimmt diese Explosion am sichersten in einer Flasche aus elastischem Harze, oder noch leichter in Seifenblasen. Auch durch den elektrischen Funken lassen sich diese Vermischungen

schungen an, würden. — Sonst wird das Wasserstoffgas weder vom Wasser, noch von Alkalien oder Altmayne, eingelesen oder geändert.

§. 872. Da bei dem Process der Erzeugung dieses Gas (§. 870.) die Gewichtszunahme des rückständigen Eisens, zu dem Gewichte des erhaltenen Gas addirt, dem Gewichte des dahin verschwundenen Wassers gleich ist: so folgt ganz natürlich, daß dieses Wasser theils zur Veränderung jenes Eisens, theils zur Bildung des Gas verwendet worden seyn müsse. Die Veränderungen, die das Eisen durch die Wasserdämpfe beim Glühen erleiden hat, sind ganz dieselben, als wenn es in Oxygen gas verbrannt (§. 825): folglich muß Oxygen gas an Wasser getreten seyn, und dieses muß einen Bestandteil des Wassers ausmachen. Da die Gewichtszunahme des Eisens hierbei, zu dem Gewichte des erhaltenen brennbaren Gas addirt, dem Gewichte des verschwundenen Wassers gleich ist, so muß die ponderable Basis dieses Gas den andern Bestandtheil des Wassers ausmachen. Weil also das Wasser aus Oxygen und dieser ponderablen Basis des brennbaren Gas zusammengesetzt ist, so hat man eben deshalb der letztern den Namen Hydrogen oder Wasserstoff (Hydrogenium, Hydrogène) gegeben.

*Lavoisier traité chim. S. 91 ff*

§. 873. Das Wasser besteht demnach aus Oxygen und Hydrogen, und zwar, dem angeführten und andern Experimenten zu Folge, aus 0,85 des erstern und 0,15 des letztern. „Neueren Untersuchungen zu Folge aus 0,133 (nach Andern aus 0,125) Wasserstoff und 1 Gewichtstheil Sauerstoff, oder 1000 Gewichtstheile Sauerstoff und 133 Theile Wasserstoff bilden 1133 Theile Wasser.“

*Str.*

§. 874. Die Theorie des angeführten Processes (§. 869.) ist folgende. In dem elastischen Wasserdunste hängen die beiden Bestandtheile desselben mit geringerer

Kraft zusammen, und das Drngen desselben findet in dem durch das Glühen erweichten Eisen eine geschwächte Cohäsionskraft zu überwinden. Da nur die Verwandtschaft des Eisens zu Drngen so stark ist, daß es selbst in der gewöhnlichen Temperatur die Feuchtigkeit, ebenfalls langsam, zerlegt, so muß diese Zersetzung in der Glühhitze weit rascher vor sich gehen. Es trennt sich also das Drngen vom Hydrogen; jenes teilt an das Eisen und oxydirt dasselbe, dieses geht als Gas über.

„Die hier gegebene Erklärung beruht auf lauter unbestrittenen Thatsachen. Hypothesen kann man sich nicht erlauben: das Hydrogen des Wasserstoffs verbindet sich mit einer gewissen Menge des atmosphärischen Sauerstoffs, und werde dadurch zum Gas. Nach des Verfassers Hypothese muß seinet das Eisen, als brennbarer Körper, Sauerstoff enthalten. Man kann also sagen: das Eisen lasse ihn bei der Oxydation fahren, und das Hydrogen nehme ihn auf, und werde dadurch selbst zu brennbarem Stoff.

„Folgt von entgegengekehrter Richtung her einströmende Elektricität zerlegen das Wasser in beide seine Bestandtheile, eben so, als das Eisen durch Veränderung des Wasser dampfs + H, zerlegt dem Dampf — L bleibt und beide E zerlegen auch hier das Wasser.

§. 875. Die völlige Ueberzeugung von dieser aus analogen Versuchen gezogenen Schlüsse'ge gewährt die Synthese des Wassers, oder die Wiedererzeugung desselben aus Hydrogengas und Drngengas. Läßt man nehmlich beide Gasarten, in dem Verhältnisse von 15 Theilen (oder vielmehr 12 Theilen) des Hydrogengas zu 85 Theilen (oder vielmehr 88 Theilen) des Drngengas (dem Gewichte nach), in einem eingeschlossenen Raume verbrennen: so werden beide Zustarten zerstört, und es bildet sich wieder Wasser, des dem Gewichte nach 100 Theile beträgt.

*Memoire sur la combustion du gaz hydrogene dans des vaisseaux clos, par M. Fourcroy, Lavoisier et Berthollet, in den Annales de chimie, T. VII. E. 430 ff. T. IX. E. 30 ff.*

§. 876. Um dieses Verbrennen mit gehöriger Bequemlichkeit und mit genauer Schätzung der dabei verzehrten Gasarten vornehmen zu können, hat man eigene Vorrichtungen eingeführt, die den Namen der Gasmeter



führen. Der von van Marum dazu vorgeschlagene Apparat ist zu genauen Versuchen der einfachste und bequemste.

*Lamarche* *trans. chim.* T. II. P. 213 ff. Ueber die Apparate zur Best. d. und Quantifizirung, und ihre vortheilhaften Eigenschaften, von *Lamarche*; in *Crell's Chem. Annalen*, 1791 B. 1. P. 415 ff. Beschreibung eines sehr scharfen Barometers, von van Marum, in *Gren's Journal der Physik*, B. V. P. 154 ff. B. VI. S. 3 ff. Beschreibung eines Barometers oder Kalometers und einer dazu angeordneten Vorrichtung, von v. *Hampe*; in *Gren's neuem Journal der Physik*, B. II. S. 17.

§. 877. „Man kann nicht sagen, daß Oxygen- und Hydrogen, zusammengebracht, gleichsam nur ein mechanisches Gemenge bilden; denn zwei Flüssigkeiten, von denen die eine dreizehn- bis vierzehnmal schwerer als die andere ist, müssen sich sehr bald durch die bloße Ruhe wieder von einander absondern, wenn sie sich nicht wirklich chemisch vermischen und durchdrungen hätten. Wenn also beide Gasarten im gehörigen Verhältnisse gemischt sind, so hat man in dem Gefäße in der That eine chemische Mischung derselben ponderablen Stoffe, aus welchen das Wasser besteht. Da aber diese Mischung dennoch nicht Wasser ist, und erst durch die Entzündung, also unter freywerdender Hitze und Licht, zu Wasser wird, so ist es unlängbar, daß Wärmestoff und Lichtstoff bey dieser Veränderung eine Rolle spielen; und es ist eine sehr natürliche, sich gleichsam von selbst darbietende Vorstellung, daß beyde vorher im Gas gebunden vorhanden waren.“

§.

„Noch bestimmter sagt man nach *Lavoisier*, daß der Wärmestoff beyder Gasarten und der im Oxygenum enthaltene Lichtstoff zu Feuer zusammen treten; nach *Gren* daß der Brennstoff des Phosphorenaufs, und der Wärmestoff beyder, sich zu Lichtstoff verbinden, wodurch, nebst freywerdendem Wärmestoff, die Erscheinung der Entzündung erfolge. — Beschreibt aber die Entzündung durch den elektrischen Funken, so glüht keine dieser Anordnungen einen recht deutlichen Brand an, woher im Augenblicke so viel Wärme komme; und der Frosteszenz des Wassers durch die elektrische Entladung beweiset sehr deutlich, daß auch die Elektrizität bey diesem Prozesse eine große Rolle spiele.“

§.

„Man vergl. hiemit oben §. 841. Anm.“

§.



§. 878. „Nach Maasstheilen besteht das Wasser aus 2 Volumtheilen Wasserstoffgas und 1 Volumtheil Sauerstoffgas. Wenn ein parisi. Cub.ßß kalten Wassers 7. Pfd. wiegt, so erhält er fast 8½ Pfund Wasserstoff und nur 6½ Pfund Sauerstoff.“

§. 879. Das Hydrogenegas kann aus dem Wasser noch auf mehrere andere Arten dargestellt werden, als auf die (§. 870.) angezeigte Weise. Wenn man nehmlich auf Wasser verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure auf Eisenseile oder Zink gießt, so wird durch diese Metalle unter Einwirkung der Säure das Wasser ebenfalls zerlegt; sie nehmen das Oxygen des Wassers auf, und werden im oxydirtten Zustande von der Säure aufgelöst, und das Gas durch freygewordene Hydrogen entwickelt als Gas. Man schütte zu dem Ende gekörnten oder zerhackten Zink in eine Entbindungsglasche (§. 612.) und gieße darauf ein Gemisch aus 1 Theile Vitriolöl und 6 Theilen Wasser. Die Ablösung geschieht nicht mäßig, sondern heftig und Aufbrausen. Das sich entwickelnde Gas fange man vermittelst des übrigen pneumatischen Apparats durch Wasser hindurch auf.

§. 880. Wenn man die Erzeugung des Hydrogenegas nach der eben (§. 879.) angezeigten Weise in einer kleinen Glasche aus starkem Glase vornimmt, die man mit einem Korkstopfen verschlossen hat, durch welchen eine enge zulaufende Glasröhre vertical gesteckt ist, aus der das Gas hervortreten kann; dann diesen hervortretenden Strom des Gas anzündet, nachdem man sicher ist, daß keine atmosphärische Luft mehr in Glase eingeschlossen ist; und über die Flamme des brennenden Gas die Mündung eines Glascolbens oder eines oben geschlossenen Glascylinders hält; so entsteht ein schneidender Harmonica-Ton. Die Luft, welche hierbei in das Gefäß strömt, in welchem das Hydrogenegas zerlegt wird, bewirkt hierbei die klingende Erscheinung.

„Brennender Aetherdampf zeigt unter ähnlichem Bedingungen ein ähnliches Verhalten.“

§. 881. Das Wasser kann nur dann zerlegt werden, wenn es mit einer Materie in Berührung kommt, die Anziehung zu seinem Oxygen hat, und zwar eine stärkere, als es ist, welche das Hydrogen gegen das Oxygen besitzt. Deshalb wird das Wasser beim Durchgange durch glühendes Glas, Gold, Silber, Porzellan, und überhaupt durch unverbrennliche Körper, nicht zerlegt, sondern bleibt Wasser.

Chemische Versuche über die Festhaltbarkeit und die Zerlegung des Wassers, von v. Smolin. *Green's Journal des Phys.* 2. Vol. S. 97 ff.

§. 882. Man kennt bis jetzt noch keinen Körper, der das Wasser dadurch zerlegt, daß er das Hydrogen desselben stärker anzieht, als dieses vom Oxygen angezogen wird. Die Natur scheint aber diesen Weg bei der Vegetation der Pflanzen einzuschlagen, die im Sonnenlichte das Wasser zerlegen, das Hydrogen daraus in sich nehmen und es als Feststofftheil beizugehen, und das Oxygen freu machen, das als Oxygen aus sich aus den Pflanzentheilen entweicht.

„Wahres Chlorin dem Sonnenlichte ausgesetzt, verbindet dem Sauerstoff des Wassers, während es mit dem Wasserstoff des Wassers verbunden ist.“

§. 883. Man bringe zu dem Ende in einen geräumigen Glaszylinder oder Glasloiben eine im Wasser eine halbe Tagelange Zeit ausdauernde gesunde und saftreiche Pflanze, die das Gefäß mit reinem Wasser ganz voll, so daß es mit einer Löffel oder Schüssel zu, lehre es in einer Wanne mit Wasser so um, daß keine Luft von außen hineinkomme. Dann man nun darauf den Apparat an die Sonne stelle, nimmt man wahr, daß aus der Fläche der Blätter Luftbläschen zum Vorschein kommen, die sich davon abheben, sich eben in das Gefäß aufsteigen und sich sammeln, und das Wasser heraustrreiben. So lange die Pflanze frisch und gesund bleibt, dauert die Entwicklung des Oxygens im Sonnenlichte fort. Die saftigen Pflanzen, die Wasser

pflanzen, die kryptogamischen Pflanzen, wie besonders *Conferva rivularis*, die Priestleysche grüne Materie, giebt das Drogenziss hi rben in vorzüglicher Menge

Joh. Ingenhousz Versuche mit Pflanzen, wodurch entdeckt wurde, daß sie die Kraft besitzen, die atmosph. z uhe Luft beim Sonnenlichte zu reinigen, und im Exallen aus der Luft über zu versetzen. *de bras Comb.*, Kap. 9. 1747. 8. 2ten. Th. I — III. 1749 — 1751. 8. *de nique Remarques sur die Extraction de la Plante; in Ingenhousz verm. Abh.* Th. I. S. 351 ff. *Memoires physiques et chimiques sur l'air et le feu de la lumiere solaire pour servir de model, et de base d'une theorie de la nature, et surtout ceux du regne vegetal.* par L. Senneker, à Geneve 1785. 1. III. 8. Joh. Senneker's physico-chemische Abhandlungen über den Einfluß des Sonnenlichts auf alle drei Reiche der Natur; a. d. Franz. Th. I — IV. Zürich 1785, 2. *Remarques sur l'action de la lumiere solaire sur la vegetation.* à Geneve 1788. 8

„ *Phytologia.* A. Journ. V. VIII. S. 197. V. IX. S. 157. 176. Schwigger's Journ. V. II. S. 16. R.

§ 884. Die Blätter absorbiren kohlensaures Gas und erhalten ein gleiches Maas Sauerstoff, bei einwirkendem Sonnenlichte. Mit der Exhalation des Sauerstoffs tritt das Grünwerden der Pflanze, ihre Nacharbeit und Würzigkeit ein, und nimmt dann zu.

§ 885. Das Hydrogen ist einfach und bis jetzt unzerlegt. Es macht nicht nur einen Bestandteil des Wassers aus, sondern geht in die Mischung der Erdborge, des Alcohols, und aller und jeder nähern Bestandtheile der Abtheilung des Gewächereiches und Thierreiches ein.

§ 886. Das Wasser kommt in der Natur in einer dreifachen Form vor; als festes Wasser, oder Eis; als liquides, oder eigentliches Wasser; und als ausdehnungsfähiges oder Wasserdunst.

§ 887. Das liquide Wasser ist im Zustande seiner Reingkeit eine farbenlose, durchsichtige, unschmackhafte, geruchlose, unentzündliche Flüssigkeit, die allerdings etwas Elasticität besitzt und compressibel ist, wie Zimmermanns, Abichs und Verschieden's Versuche, die Fortpflanzung des

Schalles durch das Wasser, und das Abspringen harter Körper von demselben beweisen.

Vergl. S. 150.

§. 888. Das Wasser hat seine Flüssigkeit nur von der Wärme (§. 137. 571.), und es gehört zu den sehr schmelzbaren Substanzen. Bei Verminderung der freien Wärme unter  $32^{\circ}$  Fahr. wird es fest oder zu Eis, wobei es dann wieder den vorher latent gemachten Wärmestoff entläßt. Die Entstehung des Eises ist eine Krystallisation (§. 174.). Es nimmt dabei unter den gehörigen Umständen eine regelmäßige Gestalt an, und bildet sich gewöhnlich in Nadeln, die unter einem Winkel von  $60^{\circ}$  sich durchkreuzen. Daher die sechsseitige Figur des Schnees.

§. 889. Bei diesem Gefrieren des Wassers entwickeln sich die Luftarten, die im Wasser aufgelöst waren, als kleinere oder größere Blasen, die in der Masse des Eises zerstreut sind. Diese bringen dadurch manchmal sehr besondere Erscheinungen hervor, und von der Menge derselben hängt auch die größere oder geringere Undurchsichtigkeit des Eises ab. Merkwürdig ist es, daß auch gekochtes und von Luft befreites Wasser beim Gefrieren doch dergleichen Blasen zeigt. Sollte hier wohl nicht, nach Lichtenbergs Meinung, die Entwicklung der im Wasser latent gewesenen Wärme durch Verwandlung einiger Theile derselben in ausdehnbaren Dampf an der Entstehung dieser Blasen Antheil haben können?

§. 890. Das Wasser dehnt sich beim Gefrieren in einen größern Raum aus. Dies rührt theils und hauptsächlich von der Anziehung seiner Theile her, vermöge welcher sie beim Krystallisiren eine bestimmte Lage anzunehmen streben; theils von den entwickelten Luft- oder Dampfblasen. Von dieser Ausdehnung des Eises bei seiner Entstehung aus dem Wasser ist es herzuweisen, daß gläserne Flaschen, die mit Wasser gefüllt und verschlossen sind, beim

Gefrieren des Wassers zerspringen, und daß dadurch selbst eiserne Bomben mit großer Gewalt zerstoren, Bäume und Felsen von einander gerissen, und das Pflaster auf den Straßen gehoben werden kann. Davon röhrt es auch her, daß das Eis ein geringeres specifisches Gewicht hat, als das Wasser, und auf dem Wasser schwimmt.

Voltaire über die ausdehnende Kraft des gefrierenden Wassers, erzählt von Wm. W. in Oreen's neuem Journal der Physik, B. VII. S. 251 ff.

§. 291. Merkwürdig ist es, daß das Wasser eine stärkere Kälte ertragen kann, ohne zu gefrieren, wenn es in genau zugeslopfen Gefäßen der Kälte ausgesetzt wird, als beim Zugange der freien Luft. Eine mäßige Erstarrung bringt aber dieses Wasser (oder vielmehr einen Theil desselben) augenblicklich zum Gefrieren, und gewöhnlich zu einer schäumigen mit vielen Luftblasen angefüllten Masse. Auch wenn die Oberfläche des Wassers mit Oel bedeckt ist, so kann es, ohne zu gefrieren, eine stärkere Kälte ertragen, als das Wasser, das der freien Luft ausgesetzt ist, und wird ebenfalls durch Umrühren oder Schütteln hernach schnell zu Eise. Sollte hierbei wohl nicht die nächste Entschlüsselung der verbergen gewesen Wärme länger zurückgehalten werden, als bei Berührung der freien Luft? Die Ursache, warum feste Salze das Gefrieren des Wassers hindern, worin sie aufgelöst sind, und schwache Salzlösungen durch den Frost concentrirt werden können, indem nur das Uebrigste gefriert, erh.let aus dem oben (§. 618 — 621.) Angeführten. Sie verschlucken nemlich eine größere Menge von Wärmerstoff, und halten ihn stärker zurück, als bloßes Wasser, das ohne Auscheidung dieser größeren Menge der unmerklichen Wärme nicht gefrieren kann. Die Rückkehr des Eises zum tropfbaren Wasser oder das Aufthauen desselben, geschieht durch die Aufnahme des freien Wärmerstoffes, der dadurch, daß er dem festen Wasser zuzüßlet, zertheilt, wieder unmerkbar wird.

Der Verfasser erwähnt hier nicht den sehr leberreichen Urstand, daß in dem Argenditze, wo ein solches unter dem Frostpunkte er-

Kältes Wasser friert, ein hinstellendes Thermometer absteht auf den 32. Grad Reaumur.

„Ueber die Zunahme der Ausdehnung des Wassers beim Erkalten unter 40° R. (als der Temperatur seiner größten Dichte) bis zum Gefrieren, siehe verall. Encyclop. in d. n. Editione. S. 673. 2.“

§ 892. Auch ohne zu gefrieren ist das Wasser vermagend, durch innige Verbindung mit festen Körpern in den Zustand der Festigkeit und der mehreren Feuerbeständigkeit überzugehen, wie das Krystallisationswasser der Salze, der Erde und der Steine beweiset.

§ 893. Das Wasser ist ein Auflösungsmittel für eine große Anzahl von Körpern. Besonders ist es das eigentliche Auflösungsmittel für die Säuren, Alkalien und Salze, und durch deren Hülfe kann es dann auch wieder andere Körper auflösen, auf die es sonst nicht wirkt. Daher kommt es auch, daß in der Natur nur wenig Wasser angetroffen wird, das völlig rein sein sollte. Zu den reinsten Wassern gehören die atmosphärischen, besonders Schneewasser und Regenwasser. Um sich sonst reines Wasser zu verschaffen, bleibt die Distillation aus Gefäßen von hartem Glase das einzige Mittel.

§ 894. Das Wasser ist in der Hitze flüchtig und verwandelt sich beim Sieden in Dampf. Es geht nun durch Verbindung mit mehrern Wärmestoffen in den Zustand der eigentlichen ausdehnungsfähigen Flüssigkeit, in Wasserdampf über. Die beim Sieden des Wassers vorkommenden Umstände sind schon oben (§ 379. ff.) angeführt worden.

§ 895. Die sogenannte unmerkliche Verdunstung des Wassers ist ebenfalls nichts anderes, als die Verwandlung desselben in ausdehnungsfähigen Dampf durch Verweilung und Verflüchtigung des Wärmestoffes. Sie geschieht nur an der Oberfläche des Wassers in der geringen Temperatur, und eben wegen der mindern Intensität des dem Wasser zugeführten Wärmestoffes in geringerer Menge und unmerklich. Daß aber bey dieser unmerklichen Verdunstung des



Wassers ebenfalls Wärmestoff zum verborgenen gemacht werde, beweiset die Abkühlung des Thermometers durch Wasser, das von seiner Oberfläche unmerklich verdunstet, und die beträchtliche Zerküngerkraft des Wassers für Wärme. Warrens Erfahrungen beweisen auch, daß das Wasser bey der unmerklichen Verdunstung verhältnißmäßig mehr Wärme verschluckt, als bey dem Sieden.

De Luc; in Gren's Journal der Physik, B. VI. S. 123 f.

§. 895. Das Maximum der Verdunstung des Wassers (§. 593.), oder das größte Verhältniß der Masse des Dunstes zum Raume desselben, hängt bey gleicher Zusammendrückung von der Temperatur des Dunstes ab (§. 593. 594.). Wenn also Wasserdunst in der Luft enthalten ist, und es mindert sich die Temperatur der Luft, so kann das vorige Maximum der Verdunstung nicht bestehen, sondern ein Theil Wasse des Dunstes, also Wasser, schlägt sich nieder, der nun Nebel, und, bey näherm Zusammentritte der Theilchen, Wassertropfen bildet. Wenn aber auch bey derselben Temperatur der Druck der Luft zunimmt, so wird ein Theil des Wasserdunstes ebenfalls zersezt, indem wenn er in einen engeren Raum gebracht werden sollte, das Maximum der Verdunstung überschritten werden müßte.

§. 897. Man sieht also, wie Wasserdunst in allen Temperaturen der Luft gegenwärtig seyn könnte, aber durch den Wechsel ihrer Temperaturen und ihres Drucks bald in größerer Menge erzeugt, bald wieder zersezt werden muß.

§. 898. So lange der Wasserdunst unzersezt und ein ausdehnbares Fluidum ist, so lange ist er auch völlig durchsichtig und unsichtbar, wie die atmosphärische Luft; er trübt also ihre Klarheit nicht, wenn er als solcher mit ihr vermischt ist. Wenn er aber, durch die vorher (§. 895.) angeführten Ursachen, darin zersezt zu werden anfängt, so bildet er den Nebel, der, wie ich schon oben (§. 592.) angeführt habe, kein eigentlicher Dunst mehr ist, und richtiger Dampf genannt wird; er ist höchst fein zertheiltes liquides



**Wasser.** Durch Zunahme der Temperatur der Luft und abnehmenden Druck derselben kann der Nebel wieder verschwinden, indem er sich von neuem wieder in wahren Dampf verwandelt.

§. 899. Auf diese wechselseitige Zersetzung und Bildung des Wasserdampfes in der Luft gründen sich die bekannten Phänomene vom Schweißwerden unsers Hauts in kalter Luft, und der Unschärfe desselben in warmer; das sogenannte Schwitzen oder Anlaufen kalter Körper in feuchten und heißen Zimmern; das Schwitzen der Fenster in kalten Zimmern, wenn die äußere Luft merklich kälter ist als die innere; das Beschlagen der Gebäude beim Thaum, oder noch anhaltendem Froste; das Beschlagen der Wände der Kuchengänge bei Weidhingulassung der Luft nach vorhergegangener Verbinung; die Entstehung des Nebels, der Wolken, des Thaues, des Reifs, des Regens, des Schnees, des Hagels.

§. 900. Andere Naturforscher erklären die unmerkliche Ausdünstung, wie ich schon oben (§. 898.) angeführt habe, lediglich aus der Auflösung des Wassers in der Luft. Sie nehmen an, daß die Luft nur eine bestimmte Menge Wasser auflösen könne, bis sie damit gesättigt sey. Der Sättigungsgrad sey aber, wie bei mehreren andern Auflösungenmitteln, nach der Temperatur verschieden; eine warme Luft löse mehr Wasser auf, als eine kalte. Wenn daher die Luft in der Wärme mit Wasser gesättigt sey, so schlage sich dieses beim Erkalten daraus nieder, und werde bei zunehmender Wärme der Luft wieder aufgelöst; und hieraus erklären sie die vorher (§. 899.) angeführten Erscheinungen. Allein es läßt sich die Verdunstung nicht allein leichter und ungezwungener ohne diese Auflösung des Wassers in der Luft erklären, wie de Lave gründlich dargezhan hat; sondern es steht derselben auch entgegen, daß die Verdunstung ohne alle Luft Statt finden kann, ja dann noch desto besser Statt findet, und daß die mit Wasserdampf beladene Luft bei gleich

der Wärme und absoluter Ausdehnbarkeit, nach Saussure's Beobachtungen, ein geringeres eigenthümliches Gewicht hat, als die trockne; welches nicht sein könnte, wenn das Wasser so in der Luft aufgelöst wäre, als ein Salz im Wasser aufgelöst ist. Es kann folglich das Wasser nur als der sehr leichtere ausdehnbare Dampf in der Luft enthalten seyn.

„Man vergleiche die Anmerkung zu 4. 538.“

8

§. 901. Ein Werkzeug, welches bestimmt ist, die in der Luft befindliche Feuchtigkeit anzugehen oder zu messen, heißt ein Hygroskop oder Hygrometer. Die Substanz, welche durch ihre Veränderungen die in der Luft befindliche Feuchtigkeit anzeigt, heißt der hygroskopische Körper.

§. 902. Man hat eine große Menge Körper zu der hygroskopischen Substanz der Hygrometer vorgeschlagen, und ist besonders auch in der Bestimmung der festen Punkte der hygrometrischen Scale sehr schwankend gewesen. Saussure und de Luc haben viele Bemühungen angewandt, und viele Untersuchungen angestellt, um feste Grundätze in die Hygrometrie einzuführen. Saussure's Hygrometer besteht aus einem Menschenhaare, das durch Kochen in einer Lauge des kohlensauren Natrum von seiner Feuchtigkeits befreit worden, an einen festen Punkt aufgehängt, und am andern Ende mit einer dünnen Welle in Verbindung ist, die einen Zeiger auf einer Scheibe drehet. Durch die Feuchtigkeit wird das Haar schlaff, es verlängert sich, und das kleine Gegengewicht an der Welle drehet diese. Durch Trocknis verkürzt es sich, und überwindet das Gegengewicht der Welle. Den Punkt der größten Feuchtigkeit bestimmt der Erfinder unter einer gläsernen Glocke, die mit Wasser gesperrt und inwendig mit Wasser befeuchtet worden ist; den Punkt der größten Trocknis aber unter einer gläsernen Glocke, die auf einem bis zum Blähen erhitzten, mit ausgeglüheter Voralthe bedeckten Bleche steht. Den Abstand der Punkte des Zeigers auf der Scheibe in der größten Feuch-

theilte und Trockniß theilt er in 100 gleiche Theile. De Luc hat theils gegen die Anwendbarkeit des Hygrometers selbst und aller Jäden überhaupt, theils gegen die Bestimmung der Sättigungspunkte, viele Bemerkungen gemacht, und die Vorzüge des von ihm vorgeschlagenen Feuchtemeßers an einem als zu genau sich hemühete. Es besteht aus einem 1/2 Linie dicken Stäbchen Fischbein, das nicht in der Länge, sondern in der Quere der Fibern gestrichen, unten an einem festen Punkte angehängt, und oben auch mit einer feinen Welle in Verbindung ist, die auf einer Scheibe einen Finger durcht. Als Stützgewinde an der Welle dient ein so rollbar gemacht gewundener samter Golddraht, der an dem einen Ende befestigt und an dem andern mit der Welle verbunden ist. Den Punkt der größten Feuchtigkeits bestimmt er durch unmittelbares Eintauchen der hygroskopischen Substanz in Wasser; und den Punkt den größten Trockniß in einem genau verschlossenen und mit frisch ausgeglühten und gelöschten Kalk zum Theil angefüllten inneren Gefäße, worin er das Hygrometer aufhängt. Den Abstand beider Punkte, den der Zeiger auf der Scheibe anzeigt, theilt er in 100 gleiche Theile.

Sauvres oben (S. 532.) angeführte Schrift. Wehr's phys. Wört. Verh. 25. B. S. 65. De Luc hat Ideen über die Meteorol. 2. B. 1. 100. 1 — 5. Wundt hat in Abhandl. über die Hygrometrie 2. B. 1. Phil. Transact. 1791, Vol. LXXX. 1791, Item in Grew's Journ. der physik. 2. V. S. 1791.

„Das empfindliche Hygrometer dürfte das Haarhygrometer sein. Am schnellsten und das dünnste Wasser anzuzeigen in kalten wärmen kalten kalten Chloriden, dessen man sich als Reagenz für das Wasser der Luft auszurechnen kann bedient. — In großen Kältegraden wird die Trockenheit so groß, daß das Holz sich wölbt, wie Glas Risse bei starker Kälte zeigt.“

§. 503. Die Erfahrungen de Luc's und Watt's lehren, daß eine empfindliche hygroskopische Substanz im Wasserdunste, der durch die nöthige Wärme durchaus im ausdehnbarsten Zustande erhalten wird, auf Trockniß zeugt. Nur dann, wenn ein Theil des Dunstes durch Abkühlung oder Zusammenrückung gesetzt wird, entsteht Feuchtigkeits-

im Dunste durch die jetzt abgetriebene wässerige Masse. Das Hygrometer Saussure's sowohl, als das de Luc's, wird also in der Luft nur von dem Wasser afficirt, das als höchst fein zertheiltes liquides Wasser darin schwebt, und durch Zerfetzung des Dunstes daraus niedergeschlagen worden ist. Wenn von zwey mit einander harmonisirenden Hygrometern das eine in einem stark gehäuteten Zimmer steht, dessen Luft mit ausdehnbarem Wasserdunste vermischt ist, und seine hygroskopische Substanz die Temperatur des Zimmers hat, so kann es einen ziemlichen Grad von Trockniß anzeigen, während das andere, dessen hygroskopische Substanz kalt ist, beim Hereinbringen ins Zimmer sofort große Feuchtigkeit anzieht, e'en weil es, bloß als kalter Körper, den Wasserdunst zersetzt (§ 593.). Die Wirkung des Werthezeuges ist diesemnach sehr eingeschränkt, und es ist für die Meteorologie den weitem nicht so wichtig, als es de Luc vorstellte. De Luc muß erst beweisen, daß die hygroskopische Substanz seines Hygrometers auch Wasserdunste, der gleicher Temperatur mit denselben, zersetzt, oder zur Basis des Wasserdunstes eine stärkere Anziehung habe, als der Wärmestoff; sonst braucht man sich nicht mit de Luc zu wundern; wie das Hygrometer in hohen Gegenden der Atmosphäre auf große Trockniß zeigen, und doch in diesen Gegenden oft plötzlich ungemein viel Regen entfallen könne; und man kann ihm nicht die Folgerung zulassen, daß dieses Wasser nicht als Dunst, sondern als Luft in der Atmosphäre zugegegen gewesen seyn müsse.

*Prüfung der neuen Theorie des Herrn de Luc vom Regen, und seiner daraus abgeleiteten Kometaria gegen die Autolinguatheorie (von Zylins). Berlin 1795. 8.*

§. 904. „Auf den Wechsel von Wasseranziehung und Wiederverflüchtigung gründet sich der Farbenwechsel der sogen. arithen sympathetischen Tinte, d. i. des salzsauren Kobaltoryds. Damit geschriebene Schrift erscheint in der Kälte farblos, erhitzt (d. i. entwässert) grün, wieder

erfaltet (und dadurch wieder mit Wasser beladen) aufs Neue fortles. Kr."

§. 903. Die uralte Meinung, daß sich das Wasser in Erde verwandeln lasse, die schon Thales behauptete, Lémont, Boyle und Eller durch Versuche mit dem Wachsen der Pflanzen durch bloßes Wasser, Bertrike, Boyle, Wallerius, Eller und Marggraf durch Destillation des Wassers aus gläsernen Gefäßen, oder durch Reiben desselben herweisen wollten, hat sich bey genauerer Untersuchung von Lavoisier und Scheele nicht bestätigt.

Lavoisier's phys. chemische Schriften, übers. von Wergel, B. II. 1787, S. 36, 4 in der Sam. des Uebers., wo man die hierher gehörigen Erfahrungen angegeben findet.

### Kohlenstoff. Kohlen säure.

§. 906. Die reine Kohle oder der Kohlenstoff („oder das Kohlenstoffmetalloid vergl. oben S. 70 Kr.") (*Carbon* u. i. *Carbone*) ist eine einfache, entzündliche Substanz. Sie ist feuerbeständig, geschmacklos, unauflöslich in Wasser, Oelen und Alcohol, unschmelzbar, unzerstörbar im heftigsten Feuer, wenn die Luft davon ausgeschlossen ist. Die gemeine Holzkohle ist freylich nicht durchaus reiner Kohlenstoff, sondern enthält außer etwas Wasserstoff noch erdige und salzige Theile, die ihre Asche beim Verbrennen bilden. Man erhält einen reinen Kohlenstoff aus Lampenschwartz und Kienruß, wenn man diese in bedeckten Gefäßen heftig ausglühet.

„Die geringe Holzkohle enthält nicht nur jederzeit etwas Hydrogen, nebst edelm und sauren Theilen, die nach dem Verbrennen als Asche zurückbleiben, sondern sie enthält schon einen gewissen Antheil von Eisen, und ist daher eigentlich schon ein Kohlenstoff-Öxid (§. 909.). Die reinste Holzkohle ist die, welche die reinste Asche liefert, und welche am leichtesten in 17, 1. B. Kohle von Kienruß, oder Kienruß, der gut ausgewaschen, und in einem verschlossenen Gefäße geglühet ist. §."

§. 907. Der Kohlenstoff existirt in großer Menge in der Natur: er macht den größten Antheil aller erdigen

und vegetabilischen Stoffe und der Erdharze aus; er findet sich im Kohlen und Stahle, und in verschiedenen Zersetzungen. Man hat Grund, den Diamant für ganz reinen Kohlenstoff zu halten. Ferner bildet er das Kohlen, und ist, wie wir gleich sehen werden, das Radical der so häufig verbreiteten Kohlensäure.

Extraits du procès verbal des expériences faites à l'école polytechnique sur la combustion du diamant, par le Cit. Gay-Lussac, in den *Annales de Chimie*, N. LXXXI, p. 71 — 112.

§. 908. Der reine Kohlenstoff erfordert zu seiner Entzündung in atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas eine hohe Temperatur des Glühens, und verbrennt ohne Flamme. Die Holzkohle entzündet sich bei desto niedrigerer Temperatur, je lockerer sie ist. Unternimmt man dieses Verbrennen mit einer vorher wohl ausgeglühten Holzkohle unter einer mit Sauerstoffgas gefüllten und mit Quecksilber geschlossenen Glasglocke, so daß man etwas Zunderschwamm und Phosphor an die Kohle geklebt hat, und diese durch ein Weinglas von außen vermittelst des Sonnenfeuers anzündet: so findet man, daß die ausdehnungsfähige Flüssigkeit unter der Glocke dahingehet und verschwindet, wie beim Verbrennen des Phosphors, sondern daß sich vielmehr eine eigene Gasart bildet, die nicht zum Ausholen und zur Unterhaltung des Verbrennens dient, die vom kalten Wasser langsam, schneller von der Lauge ätzender Alkalien und vom Kalkwasser verschluckt wird, das letztere trübt, und das reine Wasser säuerlich macht, so daß es die Lackmustinctur röthet. Läßt man also nach Beendigung des Versuchs Aetzlauge über das Quecksilber treten, so nimmt das Luftvolum ab; und was zurückbleibt, ist der Antheil Sauerstoffgas, der dem Einfluß der Kohle beim Verbrennen entging.

§. 909. Es verzeihen bei diesem Versuche nach Lavoisier's genauer Bestimmung 28 Theile Holzkohle 72 Th. Sauerstoffgas (dem Gewichte nach); und es bilden sich daraus zusammen 100 Theile dieser eigenthümlichen Gasart, die von Kalkwasser oder Aetzlauge absorbiert wird.



„Beim Verbrennen des Diamants zeigt sich ein anderes Verhältniß. 18 Theile Diamant verbinden sich mit 82 Theilen Orogen zu 100 Theilen Kohlensäure. Man sieht also, daß in 28 Theilen Holzkohle schon 10 Theile Orogen enthalten sind. Man kann daher bloß den Diamant für reinen Kohlenstoff halten. §.“

Lavoisier über die Bildung der ersten Luft, der Krebensäure, oder besser, der Kohlensäure; in Croll's chem. Annalen, 1782. B. L. S. 561 ff. B. 11. S. 55. Derselben traité élément. S. 67 ff.

„Ueber das Verbrennen des Diamants siehe man Savon's Versuche, in Scherer's Journal der Chemie, Heft 15. und 16. §.“

„Nach Gay-Lussac's gemauern Bestimmungen enthalten 100 Kohlenäure 27,76 Kohlenstoff und 72,24 Sauerstoff. Kr.“

§. 910. Diese beim Verbrennen der Kohle aus dem Orogen und dem Kohlenstoffe offenbar erzeugte Luft heißt Kohlensäures Gas (*Gas carbonicum*, *Gas acide carbonique*). Es unterscheidet sich durch sein größeres eigenthümliches Gewicht (§. 368), durch seine Unfähigkeit zum Athemholen und zur Unterhaltung des Verbrennens, durch seine Acidität, und dadurch, daß es vom Wasser eingesogen wird und das Kalkwasser trübt.

\*) *Eucnema*: fire Luft (*Aër fixus*); *Luftäure* (*Gas acidum aerium*); *Krebensäure* (*Gas acidum crotae*).

§. 911. Die ponderable Basis dieses Gas ist (nach der oben vorgetragenen Hypothese) die Verbindung des feines Brennstoffes beraubten Kohlenstoffes mit dem Orogen, oder die Kohlensäure (*Acidum carbonicum*, *Acide carbonique*). Diese Kohlensäure ist bey dem Drucke der Luft und der Temperatur, woben wir leben, gasförmig; bey ihrer Erzeugung und ihrem Freywerden nimmt sie also gleich Gasgestalt an. Die Absorption des Gas durch Wasser, Kalkwasser, Aehlauge, ist eine Zersetzung desselben, indem seine Basis dadurch vom Wärmestoffe getrennt wird \*).

\*) „Daß bey dieser Absorption wenig oder keine fühlbare Wärme entsteht, spricht nicht zum Vortheil aller Hypothesen über die Gasbildung.“ §.

§. 912. „In der Kohlensäure sind 0,750 Theile Kohlenstoff mit 2 Th. Sauerstoff verbunden. Außer dieser



Verbindung giebt es noch eine zweite mit halb so viel Sauerstoff, die unter dem Namen des Kohlenoxyds bekannt ist, und in Form eines farblosen, brennbaren, weder sauren noch basischen Gases, durch Glühen eines Gemenges von Eisen, oder Zink, oder Bleis, oder Kupferoxyd mit zuvor aus geblähter Kohle gewonnen zu werden pflegt. Gilvert's Ann. V. XLXIV. S. 390. — Aus dem Wasserstoffgas ist der Kohlenstoff ebenfalls zwei entzündliche Gase, das überzeugende (aus 25 Theilen Kohlenstoff und 15 Th Wasserstoff zusammengesetzt) und das Kohlenwasserstoffgas (schwerere brennbare Luft, 75 Th Kohlenstoff und 25 Th Wasserstoff enthaltend). Ersteres bildet sich bey der trocknen Destillation der Steincohlen (und dient dann unter andern zur Gabelbeleuchtung), des Papiers etc., so wie auch durch Erhitzung von 1 Theil Alcohol mit 4 Theilen Bitteröl, und hat seinen Namen erhalten, weil es zu gleichen Theilen mit Wasser gemengt, sich zu einem, in Wasser zu Tropfen sinkenden Oele vereint. Es ist rein eingeathmet schnell tödlich, riecht stark und unangenehm und nimmt den Geruch ein. Das letztere findet sich in Sümpfen als Sumpfluft, in Bergwerken als feuriger Schwaden, bildet sich bey der Fäulniß und der trocknen Destillation organischer Körper, beym Aufsteigen des Gaseusens oder Grabs in verdünnter Salz- oder Schwefelsäure, so wie auch bey der Zersetzung des Wassers durch glühende Kohlen. Es ist ebenfalls farblos, geschmacklos, von unangenehmem Geruch, und tödtet kleine Thiere sogleich. — Vom ersten verschluckt das Wasser  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{4}$  seines Volums, von letzterm  $\frac{1}{7}$ . — Das Gas, welches sich bey dem Glühen feuchter Kohle, oder organischer Körper in gegen Zutritt geschützten Gefäßen, so wie auch bey dem Durchtreiben flüchtiger organischer Materien durch glühende Röhren bildet, enthält außer allen drey genannten brennbaren Kohlenstoffhaltigen Gasen, gewöhnlich auch noch reines Wasserstoffgas, in zum Theil sehr abweichenden Verhältnissen. Gilvert's Ann. XLII. S. 58. V. XLXIV. S. 417. Kr."

§. 913. Kaltes Wasser kann etwa ein gleiches Volumen des kohlensauren Gas einsaugen. Dieses kohlensaure Wasser (lufesaure Wasser) hat einen schwach, süuerlichen Geschmack, färbt die Lackmustrinctur roth, und wirft Blasen, wenn man es schüttelt. Es komme dieses Wasser hiezu mit den natürlichen Sauerbrunnen, dergleichen das Vormonters, Selter, Eger-Wasser u. a. m. sind, überein, die sich freilich sowohl von einander selbst, als von reinem kohlensauren Wasser durch andere aufgelösete Bestandtheile unterscheiden. Durch Erhitzung und Kochen wird alle Kohlensäure aus dem Wasser wieder als ausdehnbare Luft ausgetrieben, eben so auch durch die Luftpumpe. Vermöge dieser Kohlensäure ist das Wasser fähig, auch andere Substanzen, z. B. Erden und Eisen, aufzulösen, die es für sich nicht auflösen kann. Beispiele geben die kohlensauren Stahlbrunnen, wie das Vormonters- und Eger-Wasser. Um die Anschwängerung des Wassers mit der Kohlensäure bequem zu verrichten, dient die Parkersche Glasgeräthschaft (§. 611.)

Tordern Bergmanns de acido aëreo; in seinem opusc. phys.-chem. Vol. I. S. 1.

Ob den reinen Alkalien verbindet sich die Kohlensäure sehr leicht und jene verlieren dadurch ihre Bizarrität (§. 891.) und kommen in einem neutral, und mittelhaltigen Zustand. Wäscht man kohlensaures Gas zum Kathosaker (§. 903.), so wird dieses sauerlich getrunkt, weil der darin aufgelösete reine Kalk die Kohlensäure in sich nimmt, sich dadurch in kohlensauren Kalk verwandelt, der als solcher im Wasser sehr schwerlich ist; ein Ueberschuß der Kohlensäure macht jedoch den kohlensauren Kalk wieder im Wasser auflöslich, oder, welches dasselbe ist, kohlensaures Wasser löset den kohlensauren Kalk auf. Diese Auflösung wird durch Kochen getrennt. „Reiner Kalk (atrbraunter Kalk) erzeugt den leichtesten den kohlensauren Alkalien ihre Kohlenäure, und macht sie endlich nicht als hätte der Kalk eine härtere Bräundtschaft zur Kohlenäure, als jene Alkalien, sondern weil die milden Alkalien leicht auf solche Salze sind, der kohlensaure Kalk aber ein lösliches Erze ist.“ „Es tröget wird eben deswegen vom kohlensauren Kalk leicht getrennt. Ammoniakgas und kohlensaures Gas geben zugleich eine feste Materie, kohlensaures Ammoniak.“

§. 914. Die Kohlensäure macht einen Bestandtheil sehr vieler Körper aus. Sie macht nicht nur in den Sauerbrunnen (§. 913.), sondern auch in den moussirenden Weis-

die atmosphärische Luft und das Wasser; wir merken daher im Nachfolgenden nur das Wichtigere davon an.

Er."

Die bestimmte Schwefelsäure wurde sonst nur durch Blüthen des rothen Itho felsauren Erzes (des gar Röhre ealmarten Eisens, welches in Döhl gefahren abgetrieben, und sich daher Döhl, oder sächsische Schwefelsäure, wird hat aber gewöhnlicher durch Verbrennen des Sulfers mit Hilfe des aus dem Kal. der ents bundenen Säure sticht (der mitwirkenden unvollkommenen sauerstoffsa ren und atmosphärischen Luft) und Absorption der entstandenen Säure durch Wasser bereit. Sie wird sonst auch zum Unterscheide von der sächsischen oder Röhre sauren Säure: engische Schwefelsäure, ist wasserhaltiger als unsere und saurer nicht, während der Verdunstung, wegen Verunreinigung von wasserfreier, flüchtiger (welche Sauer stoffsäure haltiger, Schwefelsäure wegen eisenthaltiger Säure) in feuchter Luft weißbraun n Nebel bildet, und erst dann, wenn auch entfernt dem brennenden Schwefel ähnlich steht. Wird der reine Schwefel saure durch leicht oxydabare Metallen z. B. durch Kupfer, Eisen, Zinn (besonders durch Merkur, Kupfer, oder durch Kohle, oder verkohlte bare Metallen ein Theil ihres Sauerstoffs zu ziehen, so entsteht die unvollkommene oder schweflichte Säure, die gasförmig, sehr schwer, Geruch des brennenden Schwefels, von lebhaftem, nicht saurem Geschmack, auf mehrere Arten, besonders Blauenstrumente, bedeu tenden Weise, Erde se bleichend wirkt und irrispirabel ist. Da sie sich im Wasser löst, so muß man das z. B. durch Erhitzen der conc. Schwefelsäure mit sehr viel Kupferoxyden gewonnene Gas unter lauendes Wasser auffangen. Dasselbe Gas wird auch jedoch milder rein — gewonnen, wenn man Schwefel in atmosphärischer Luft verbrennt. Hierher gehört das Schwefeln der Wolle, der Leinwand und Baumwollen, wo die schweflichte Säure durch ihre Anwesenheit zum Sauerstoff, theils entziehend, theils saure Wirkung verübend wirkt. Das Schwefelwasserstoffgas gewinnt gewöhnlich durch Auflösen des kohligen schwarzen Schwefelers in verdünnter Schwefelsäure, indem man es unter heißem Wasser aufnimmt, nicht unter kaltem Wasser und auch nicht unter Merkur, weil es im ersten leichtlich zerfällt und durch letzteres — Schwefelmerkur bildend — zerlegt wird. Es ist sehr od., nach faulen Eiern riechend, im Sauerstoffgas und der atmosphärischen Luft entzündbar, irrispirabel, schmerzhaft verübend, mit Alkalien löslich, sehr saure Salze bildend. Man kann es auch durch Zersetzung der in Wasser gelösten Schwefelleber, d. i. mit Schwefel verbundenen Alkali, oder vielmehr Schwefelzinn und Schwefelwasserstoff ihres Alkali enthaltenden Schwefels kohlensäure, oder verdünnter Schwefelsäure entziehen, oder auch durch Auflösen des Zinks in atmosphärischer conc. Schwefelsäure, wo Wasser und ein Theil Schwefelsäure, zu Gunsten der Oxydation des Zinks, ersetzt werden und Schwefelwasserstoff erzeugt wird, der jedoch theils nur reinen, theils mit Zinks Wasserstoffgas vermischt zu sehen steht. Man, oder Merkur mit Schwefel g. schmelzen, oder Kal mit Schwefel g. schmelzen, oder feuerbeständig se schwefelsäure Alkalien mit Kohle geschmolzen, geben die bekannten Schwefellebern, die dieses älteren Namen dem Gasen des Schwefelalkali und Schwefelzinn verdanken. Er."

## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbladungen. 469

„Destillirt man ein Gemenge aus Schwefeläther oder Schwefeläther  
mit gut ausgehobelter Jodphosphor, oder reibt man Schwefeläther  
durch ein mit ausgehobelter Jodphosphor getauchtes Porzellanrohr, so ent-  
steht man in der Vorlage eine — durch Destillation oder geschwelter  
man und geschwelter folgenden Salz zu zerlegen, trocknet, schmelzt, löst  
+ 40 bis 63° C. stehende, schnell verdampfende und dadurch heftige  
Rauch erzeugende, auf Wasser schwimmend durch Verunstaltung beim  
frühe gefüllten modische, braunlich, im Wasser unlösliche, wasser-  
schmelzende, zerfallende Jodphosphor, den Joden, Schwefeläther,  
oder Schwefelkohlenstoff.“

Auf den Vortgang der Pankreasdrüse in Pankreas durch glühende Kohle gründet sich die Behandlung des benannten Leiden (Pankreas benedictinus) des Pankreas, an welchem Vortgang Laster solo die leuchtende Erscheinung hervorgeht. Was macht Pankreas spath in vom Pankreas, und ist vorzüglich, wird ihn dann in einem Bräunen oder gläsernen Kessel zu einem leinen Saft, der mittel sich mit einem Trichter zum, bildet daraus dann Laster und andere Laster, die man trocknet, und dann mehrere Laster in einem gut zugehenden Kessel stark abkocht und sie nach mehreren Laster herausnimmt. Sie kochen im Wasser, so an was sie vor der eine Zählung am Trichter liegen liegt, ihre leuchtende Kraft verliert sich, der mit der Zeit. Wenn Kessel mit Wasser außen sie einen Saft nach Kesselabkochen, Wasser Saft. —

Kanonen Lichtmagazin oder Phosphorus, verfertigt man, indem man 1 lb. oder 2 lb. Schwefelsäure und 1 lb. oder 2 lb. Salpêtre genommen, und in einem bedeckten Schmelzgefäß einige Stunden lang in der Wasserbade zu erhitzen. Das zusammengebadene wird in Wasser zerbricht man in kleine Stücke, und schüttet sie in eine trockene Glasröhre, die man gut verstopft. Man findet die Masse im Dunkeln leuchtend, wenn man sie vorher dem Tageslichte eine kurze Zeit ausgesetzt hat.

„Ueber diese und alle übrigen durch Infektion ansteckend werdende  
Materialien, vergl. oben S. 816.“

Homberg's Proceßes oder Luftbinder, der sich an der freien Luft, je nach wann diese feucht ist, von selbst entzündet, und mit einem Schwefelwasserstoff abdringt, vorfertigt man, indem man fünf Theile gebrannten Bismuth und einen Theil trocknen Schwefelpulvers aufs genaueste vermengt, es in eine kleine röhren förmliche mit einem engen Ausbuchtung schmückt, so daß sie etwas tiefer als ganz Dreierlang angefaßt wird, sie wird an den Hals in einem Tigel mit Sand umschüttet, und tiefer ins Feuer setzt. Man trägt sich sehr Vorwacht die zum Blühen der Fische. Es bildet sich aus Schwefel, der sich kräftigert und an der Ausbuchtung der Fische mit einer blauen Flamme in Schwefelsäure von etwas Schwefelwasserstoffgas brennt. Wenn man die Flamme an der Ausbuchtung nicht weiter ausbreitet, so ist der Proceß fertig. Man verkocht die Fische erst mit einem gut voll abgemessenen Theilwasser, nimmt den Tigel aus dem Feuer, und wenn die Fische mehr erloschen ist, verkocht man sie mit einem Theil Wasser noch fest. „Vergl. oben S. 202.“

Wenn man von dem gut geriebenen Sulfurum gleich auf Zeyler schüttet, so steigt er leb,ermal brown abwärts, und fängt dann

gan; von selbst Feuer. Er verbrennt unter einem starken Schmelz, allen Periode. In nicht art verarbeiteten Gefäßen vermischt er seine Substanz gutschleht mit der Luft.

Der Phosphor (*Phosphorus*), den man, zum Unterschiede von andern im Dunkel leuchtend erscheinenden Körpern, auch Dunkelphosphor nennt, ist eine einfachste, entzündliche Substanz, durchscheinend, wie Glas von Farbe, etwas wie von Consistenz, und in einer Höhe, die nicht weit die Wirkung des Lichts erreicht, leuchtend. Er ist beim Aufsteigen der Luft in der Höhe flüchtig, und lässt sich nicht beständig trennen. Er macht einen weit verbreiteten Geruch nach den organischen Körpern, besonders im Thierreich aus, findet sich aber auch im Mineralreich, wie z. B. im Eisen aus Schwefelstein. Er entzündet sich beim Zutritte der atmosphärischen Luft bei einer Wärme  $40^{\circ}$  R., im reinen Sauerstoff aber bei  $32^{\circ}$  R. (Reine oben p. 326), und lässt sich auch durch Reiben leicht in den zu einer Entzündung nöthigen Grad der Wärme bringen. Als die leichteste Erzeugungsquelle des Phosphors gibt sich überaus die Turiner Herren, das *Fem. portensis* und andere Erze wie Le. Zur Verhütung seiner Entzündung bewahrt man ihn in Wasser auf. —

Die Phosphorsäure wirkt mit Kalk verbunden den Hauptbestandtheil des im Thierreich leuchtenden Lichts der Knochen, und daher auch der Knochenmasse aus. Auch der Harn enthält diese Säure, theils als Natrium- oder Phosphorsäure. Mit Kalk verbunden entsteht die Phosphorsäure, wie oben p. 326 u. f. Eingeleitet als brennender Kalk, Kalk, Kieselerde, so wie auch Zillerde, so, in der Mischung mit Phosphor ein, und bilden damit Selenobenzol- oder Phosphorsäure, so wie — Phosphorsäure als enthaltend — das Wasser, welches nach feuchtigkeitsreicher Phosphorsäure entzündet.

37.

Die Oele, sowohl die fetten als die ätherischen, lösen den Phosphor auf, und die Flüssigkeiten leuchten im Dunkel.

Mit Berührung der oxydirt feuerbeständigen Alkalien zerlegt der Phosphor das Wasser sehr leicht. Wenn man dabei Phosphor mit einem andern Körper des leuchtend beständigen Kalks setzt, so nimmt er das Oxygen des Wassers auf, und wird zur Phosphorsäure, die sich mit dem Kalk verbindet, während der Wasserstoff des Wassers in Verbindung mit einem andern Phosphor als eine eigene Gaseart austritt, die man phosphorhaltiges Wasserstoffgas (*Gas hydrogenum phosphoricum*, *sem. hydrogeni phosphoricum*, \*) nennt.

\*) Synonyma: Phosphorgas, Phosphorluft.

Georgewitz über eine neue Luft, welche man durch die Zersetzung von Kalkstein auf Kalksäure Phosphor erhält; in *Stell's Chem. Annalen*, 1795 B. I. S. 514 ff.

Nach dieser Gaseart bereiten und ohne Gefahr zu enthalten, muss man so wenig atmosphärische Luft, als möglich, in die Gefäße einschließen. Man nehme zu dem Ende eine kleine zinnene oder irdene Flasche von etwa zwölf Unzen Inhalt, fülle sie auf einem Theil Phosphor in derselben den etwa probirt Phosphor starkem wässrigen Kalksaure so daß nur wenig Luft einathmen offen bleibt; man fülle einen Rest mit auf, durch welchen eine gelbliche Dampfbildung geht, die höchstens 15 Linien im

## Schwere elastische Stoffe und ihre Verbindungen. 565

Durchmesser hat, und deren anderes Ende unter den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pneumatischen Apparats tritt, und erdige die Flasche allmählig im Sandbade durch Lampenfeuer bis zum Kochen der Lauge.

„Der Versuch gelingt in einer sehr kleinen Glasretorte ohne Schwierigkeit.“

Die Gasen des Sod, welche hierbei übergehen, haben einen sehr unangenehmen, gleichsam fauligen Geruch. Löst man sie an die atmosphärische Luft treten, so entzünden sie sich von selbst mit einer schwachen Detonation, und der weiße Rauch, den sie zurücklassen, steigt bei ruhiger Luft als ein horizontaler Ring, der sich immer mehr und mehr erweitert, empor; er ist wiedererzeugte Phosphorsäure. Zum Orzuzen gelassen, entzünden sich diese Gasen mit Heftigkeit. Vom Wasser wird dieses Gas nicht aufgelöst, und es und für sich trübt es weder das Kalkwasser, noch röthet es die Lackmustrinctur. „Vielleicht enthalten die Irrenwände von diesem Gase.“

„Das dicke Phosphorwasserstoff im Maximum, unterscheidet sich der gleichfalls gasförmige Phosphorwasserstoff im Minimum vorzüglich dadurch, daß letzterer sich nicht von selber entzündet.“

„Außer den genannten geht es noch mehrere gasige Verbindungen des Wasserstoffs, z. B. die Metallwasserstoffgase; vergl. oben S. 227.“

Die Basis dieses Gas ist Wasserstoff und Phosphor. In dieser Verbindung ziehen sie die Drögen stärker an, als sie einzeln für sich thun; sie verbrennen also piblich, und das Product dieses Verbrennens ist Feuer, Wasser und Phosphorsäure.

## Azot oder Stickstoff, und dessen Verbindung mit Drögen.

§. 918. Die ponderable Basis des Stickgas, dessen wir schon in dem Vorhergehenden (§. 822.), als Rückstand: der atmosphärischen Luft, deren Drögen durchs Verbrennen einer verbrennlichen Substanz verzehrt worden ist, erwähnt haben, heißt Stickstoff (Azotum, Azote<sup>2)</sup>). Er ist bis jetzt unzerlegt. Bei der Temperatur und dem Drucke der Luft, wobei wir leben, erscheint er in Verbindung mit dem Wärmerstoffe gasförmig, als Stickgas.

<sup>2)</sup> Synonyma: Salpeterstoff, Salpetersäurestoff.

„Nach Mits (Thomson's Annal. etc. B. III. S. 666) soll der Stickstoff aus 55,6 Sauerstoff und 44,4 Wasserstoff zusammengesetzt seyn. Aus Berzelius Versuch über das produirte Stickgas würde folgen, daß das Azot aus 27,41 noch unbekanntem Radical (dem Nitricum) und 72,59 Sauerstoff besteht.“



§. 919. Das Stickgas selbst unterscheidet sich von andern Gasarten sehr charakteristisch. Es dient weder zur Respiration für Thiere, noch zur Unterhaltung des Feuerbreuens. Es ist unentzündlich, geruch- und geschmacklos, wird weder vom Wasser, noch von alkalischen Flüssigkeiten entzogen, und ist etwas wenig: specifisch leichter, als atmosphärische Luft (§. 368). In der Atmosphäre macht es den weitem den größten Antheil aus. Es findet sich auch in der Schwimmblase einiger Fische.

§. 920. Der Stickstoff macht einen Grundstoff sehr vieler Körper des Pflanzenreichs, und besonders des Thierreichs aus, und ist eine säuerbare Substanz; er ist der Verbindung mit Oxygen fähig, und liefert dann nach den verschiedenen Graden der Aufnahme des Oxygens verschiedene Producte. Die gesättigte Verbindung des Stickstoffes mit Oxygen giebt die Salpetersäure; die minder gesättigte constituirt die unvollkommene Salpetersäure, die ich salpेत्रichte Säure nenne und die Zwothaltige, salpेत्रichte Säure; ein noch minderer Grad der Oxydation macht die Basis des Salpetergas, und der mindeste die Basis des oxydirten Stickgas.

Lavoisier traité élém. T. I. S. 78 f.

§. 921. Die Salpetersäure (*Acidum nitricum*, *Ac. nitrique*) macht einen Bestandtheil des Salpeters aus, worin sie mit Kali zum Neutralsalze verbunden ist, und man kann sie vermittelst der Schwefelsäure daraus austreiben. Die gelbe oder röthliche Farbe, und die Eigenschaft, röthlichgelbe Nebel auszustossen, kommen der vollkommenen Salpetersäure, als solcher, nicht zu, sondern setzen schon eine Modification derselben voraus, und rühren von minder vollkommener Salpetersäure her. Wenn man daher die rauchende Salpetersäure aus einer gläsernen Retorte im Sandbade bey ganz gelindem Feuer nochmals destillirt, so erhebt sich der rauchende Theil zuerst, und der Rückstand verliert endlich alle seine Farbe und seine rauchende Beschaf-



fröhlich. Eben so wird diese flüchtigere rauchende Säure bey der Vermischung mit Wasser von der übrigen vollkommenen Säure geschieden, und die farblose verdünnte Säure ist nun als die reine vollkommene Salpetersäure anzusehen. Die verdünnte Salpetersäure heißt auch Scheidewasser (*Aqua fortis*).

§ 922. In der Natur erzeugt sich die Salpetersäure bey der Verwesung organischer, besonders thierischer Substanzen, aus dem Stickstoffe derselben und dem Sauerstoffe; und die erzeugte Salpetersäure tritt mit der Kalkerde der Damm Erde, worin die Verwesung geschieht, zusammen, und bildet so den Maueralkali.

„Durch Salinität entstehen thierische Körper Ammoniak. R.“

Wenn man unedelte, concentrirte Salpetersäure in einer röhre durchsetzt am Retorte, die in Verbindung mit der pneumatischen Vorrichtung ist, den Excentricum ansetzt, so entweicht sich Sauerstoffgas, und die schwächere Salpetersäure wird nieder gelassen. — Durch Wärme, ohne Licht, bewirkt solche Verwitterung nicht, „jedoch ertheilt die Salpetersäure auch in dunkler Nacht gleich der Salpeterminerale.“

„Edel trocknet Salpeter mit concentrirter Schwefelsäure überaus sehr, so entsteht eine beträchtliche Erdkugel: und wenn diese noch von außen verstarft wird, so entweicht durch Trogen, und bald darauf unvollständige Säure. Vermischt man hingegen Wasser in die Destillirte, so löset sich der Salpeter auf, und wird in das im Zustande festlich vollständig gerathet, ehe eine partielle Zersetzung der Salpetersäure vor sich geht. Dader acht bey Anwendung einer mäßigen Wärme vollkommene Salpetersäure her.“

§. 923. Alle Körper des Thier- und Gewächstreichs zerlegen die Salpetersäure, und entziehen ihr durch ihren Kohlenstoff den größten Antheil Oxygen, so daß sie dadurch nun von anderer Natur und anderem Verhalten erscheint. Ein gleiches thun auch sehr viele Metalle, wie z. B. Kupfer, Quecksilber, Eisen. Wird Salpetersäure darauf geschüttet, so entsteht Erhitzung und Entwickelung von Luftblasen, die bey Berührung der atmosphärischen Luft sogleich einen gelbrothen Nebel geben. Um die hierbey Statt findenden Veränderungen besser beurtheilen zu können, wählen wir den folgenden Versuch.

§ 924. Man fülle eine kleine Entzündungsflasche ganz mit Kupfer- oder Messingdraht an, giesse verdünnte Salpetersäure, die aus einem Theile concentrirter Salpetersäure und drey Theilen Wasser gemacht ist, hinein, so daß keine atmosphärische Luft im Glase zurückbleibt, und verbinde die Flasche gehörig mit der pneumatischen Geräthschaft. Das Metall löset sich unter Aufbrausen in der Säure auf, und es tritt eine große Menge von Luft durch die Seitenröhre der Flasche aus, die man auffängt, nachdem man die ersten Portionen hat weggehen lassen.

§. 925. Die erhaltene Luftart heist Salpetergas (*Gas nitru. um.*, *Gaz nitreux*). Es ist farblos, hat keine Spur einer Säure an sich, und röthet an sich die Lackmuspapier nicht, löset sich wenig oder nicht in Wasser auf, trübe das Kalkwasser nicht, ist höchst irrespirabel, und verflüchtigt ein hineingebrachtes Licht. Es verliert sogleich seine Gasform, wenn es die atmosphärische Luft berührt, und verwandelt sich in röthlichgelbe saure Nebel, wie sie rardens der Salpetergeist aufsteigt, und in Salpetersäure, die vom Wasser noch und nach eingesogen wird.

§ 926. Wenn man unter einen Glaszylinder, der das Salpetergas mit Wasser gesperrt enthält, atmosphärische Luft treten läßt, so entstehen sogleich röthlichgelbe Nebel unter Erwärmung und eine Verminderung des Volums beider Luftarten; das Wasser steigt in dem Cylinder höher, und wird nun zur verdünnten Salpetersäure. Wenn man beide Luftarten solchergehalt in gehörigem Verhältnisse vermischt hat, so bleibt endlich noch das Stickgas der atmosphärischen Luft übr. Man braucht gewöhnlich 16 Maas atmosphärische Luft, um 7½ M. Salpetergas völlig zu zerstören.

§. 927. Wenn man statt der atmosphärischen Luft im vorigen Versuche (§. 926.) reines Sauerstoffgas anwendet, so ist die Lösung und Erhitzung weit beträchtlicher; und wenn beyde Luftarten völlig rein waren, so erfolgt, bey

der Vermischung derselben im gehörigen Verhältnisse, ein gänzlichcs Verschwinden derselben. Indessen ist das Salpetergas und das Oxygengas schwerlich ganz von allem Stickgas rein zu erhalten, welches dann übrig bleibt. Man braucht 3 bis 4 M. Lebensluft zu 7½ Salpetergas.

§. 928. Die rothen Nebel, die in beiden Erfahrungen (§. 927) entstehen, sind salpetrische Säure, die nach und nach in Salpetersäure übergeht und vom Wasser eingesogen wird. Aus Oxygengas und Salpetergas wird also Salpetersäure, und jene beiden Zustatten hören auf, zu seyn.

§. 929. Es folgt aus allen diesen Erfahrungen, daß das Salpetergas die Grundlage der Salpetersäure enthalte, die durch Aufnahme von Oxygen wieder zur Salpetersäure wird, und daß also das Metall bey der Auflösung in Salpetersäure (§. 924) einen Antheil dieser letztern zertheile, ihr Oxygen entziehe, und sie dadurch in einen veränderten Zustand bringe, wobey sie in der Temperatur unserer Atmosphäre Luftförderung erseheint, nicht mehr als Säure wirkt, und andere Eigenschaften zeigt. Von Berührung des Salpetergas mit Oxygengas gehen sich aber die Grundlagen beider Zustatten an, und bilden unter Entlassung ihres Wasserstoffes wieder Salpetersäure.

§. 930. Die Basis des Salpetergas enthält also das Radical der Salpetersäure; indessen werden die folgenden Erfahrungen zeigen, daß sie dasselbe noch nicht rein enthält, sondern noch selbst in Verbindung mit einem Antheile Oxygen, der aber nicht hinreichend ist, das Radical in den Zustand einer Säure zu bringen. Es wird also der Salpetersäure durch das Metall (§. 924) nicht alles, sondern nur der größte Theil des Oxygens entzogen, und die Basis des Salpetergas besteht demnach aus dem Radical der Salpetersäure und etwas Oxygen.

§ 931. Die Bildung der Basis des Salpetergas ist aber noch nicht der erste Grad der Oxydation des Radicals der Salpetersäure, sondern es giebt noch einen niedrigeren. Wenn man nämlich Salpetergas über ong. feuchtem Erlenstein oder angefeuchtem Schwefelkalk, oder feuchter kohlener salzsaurer Zinnauflösung, oder überhaupt über einem Stoffe, der das Orogen kräftig anzieht, stehen läßt, so erleidet es eine Verminderung seines Volums von etwa  $\frac{1}{4}$ , und erlangt ganz andere Eigenschaften, als es vorher besaß. Nämlich, das nun noch rückständige Gas wird vom Wasser eingezogen; es wird durch Orogen gas nicht zerfetzt, und zerfetzt dieses nicht; es bringt damit keinen rothen Nebel hervor; es brennt eine Kerze darin nur vermehrtem Glanze, und ihr glühendes Loch wird darin wieder von selbst zur flammenden Entzündung gebracht; wenn es reiner ist, so brennen nicht nur Kohle, Schwefel, Phosphor und Hydrogen in demselben, sondern es ist sogar zur Respiration tauglich.

B."

„Von den mancherley Bereitungsarten dieses Gas, so wie von den vortheilhaften Eigenschaften desselben, sehe man die Plaqueette zur Seite von Oren's Handbuch der Chemie. Halle 1790, Bd. I. S. 470 ff.“

§ 932. Man hat dieses Gas, welches Priestley schon unter dem Namen der dephlogisirten Salpetersäure erwähnte, gasförmige azotische Halbsäure (*Oxide d'azote gazeux*) genannt. Die schicklichste Benennung ist oxydirtes Stickgas (*Gas azotici oxydatum*). Von seiner Entstehung (§. 931.) wird der Basis des Salpetergas noch Orogen entzogen, indessen doch noch nicht alles, den sie enthält; und es bildet nun das Radical der Salpetersäure, mit noch weniger Orogen verbunden, die Basis einer andern vom Salpetergas verschiedenen Gasart. Sonst erhält man dieses Gas noch auf verschiedene andere Weise, wie z. B. dadurch, daß man salpetersaures Ammonium, mit etwa dreimal so viel Sand vermischt, aus einer kleinen Retorte in Verbindung mit der pneumat. schen Geräthschaft des

stirrt; gegen das Ende der Operation kommt aber viel Stickgas. Das Radical der Salpetersäure ist also mehrerer Grade der Oxydation fähig.

Vgl. Priestley's Verh. und Beob. über versch. Gatt. der Luft, Tb. I. S. 208. Th. III. S. 25, 22, 101, 102, 113. Ebendesselben Verh. und Beob. über versch. Theile der Natur, Tb. I. S. 40, 49. Tb. II. S. 155, 175, 306. Ueber die Natur des von Priestley so genannten desglühenden Salpetergas oder der sochermännischen Salpetersäure, von J. K. Deimann, Troonwerk, Neuenland, Bünde und Landverdruburg; in Gren's neuem Journal der Physik, B. I. S. 243 ff.

§. 933. Das Stickgas hat keinen Einfluß auf das Salpetergas, und beide Gasarten wirken nicht auf einander. Eben so wenig wirkt kohlensaures Gas, Hydrogengas, schwefelhaftsaures und Ammoniumgas darauf. Weil also die gewöhnlichen irrespirablen Luftarten das Salpetergas nicht zersetzen, und es nur das Oxygengas thut: so hat man eben das Salpetergas als ein eudiometrisches Mittel zur Prüfung des Gehalts der atmosphärischen Luft an Lebensluft vorgeschlagen und angewendet (§. 841.). Indessen gewähre diese Prüfungsart doch keine stetigen und zuverlässigen Resultate, obgleich übrigens das Verfahren und die Werkzeuge dazu von Fontana und Ingenhousz gar sehr vervollkommenet worden sind.

§. 934. Weder die Kohlen noch der Schwefel zersetzen in der Kälte die Salpetersäure, wohl aber in der Hitze, und wenn die letztere recht concentrirt ist, obgleich (besonders die Kohlen) nur schwer und langsam. In Verbindung mit Hydrogen zersetzt aber sowohl die Kohle als der Schwefel die Salpetersäure weit leichter: das erstere beweisen vegetabilische und thierische Stoffe, wie z. B. Zucker, Oele, u. a. m., die schon in mäßiger Wärme die Salpetersäure in Salpetergas verwandeln; das letztere wird durch schwefelhaltiges Hydrogengas dargezogen, welches von concentrirter Salpetersäure zersetzt wird und diese selbst zersetzt.

§. 935. „Eine Verbindung des Stickstoffs mit dem Kohlenstoff ist zwar bis jetzt unmittelbar herzustellen un-

möglich gewesen, hingegen zeigte Gay-Lussie 1815 (Gäbert's Ann. Ch. XL. S. 229), daß man diese Verbindung — welcher er den Namen Cyanogen (Cyan, ein Zinnoberstoff, gegeben hat — erhalte, wenn man Thierkohle mit Alkalien glüht, oder sogen. blausaures Mercur oxydhydrate mit kohlensaure, im erstern Falle an Alkali, im letztern an Mercur gebunden. Erhitzt man trocknes Cyanogen  $\text{C}_2$ , so entzündet das Cyan sich in Form eines farblosen, brennbaren, eigenthümlich durchdringend riechenden (wahrhaftlich tödtlichen), an der Luft mit Purpurflamme verbrennenden, mit Sauerstoffgas mittelst elektrischer Funken leicht detonirenden, durch glühendes Kupferoxyd getrieben in 2 Maasß Kohlen säure und 1 Maasß Stickgas zerfallenden Gases, von dem das Wasser an 4 $\frac{1}{2}$  Maasß absorbiert, und dadurch einen stechenden Geruch erhält. Das Cyan verbindet sich mit Wasserstoff und Blausäure, mit Sauerstoff zu Cyansäure (?), mit Chlor zu Chlorycyanhydrate, mit dem Eisen zur Eisencyansäure (?) und außerdem mit Schwefel, Salzbasen, Alcohol, und Nicotin. Die merkwürdigste dieser Verbindungen ist die Blausäure, die sich beim Auflösen verschiedener Cyanmetalle in Wasser bildet, aus Cyanalkalien (z. B. der sogen. Blutlaugensalze, welche durch Glühen von Thierkohle mit Kali gewonnen wird, durch sickerere wässrige Säuren entbunden wird, und concentrirt eine farblose, wasserhelle, höchst flüchtige (schon bei 26,5° C. siedende, bei — 15° C. krystallisirende, stark nach bittern Mandeln riechende, Husten erregende, scharf reizend schmeckende, lahmwerdende Flüssigkeit ist, die schnell kühlt, und unter andern in bittern Mandeln, Kirsch-, Pflaumen- u. kernen schon gebildet vorkommt.

Kr."

§. 936. „Eine dem Cyan verwandte, zum Theil noch problematische Verbindung ist das von v. Wretschko nachgeworfene Anthrazothion, welches mit dem Wasserstoff die Anthrazothionsäure bildet, welche, wenn sie an das



stärkt; gegen das Ende der Operation kommt aber viel Stickgas. Das Radical der Salpetersäure ist also mehrerer Theile der Oxidation fähig.

Prof. Priestley's Verh. und Beob. über versch. Gatt. der Luft, 25. 1. S. 203, 2d. 111. S. 15. 22. 126. 1. 3. 125. Ebenderselben Verh. und Beob. über versch. Theile der Naturg. 2b. 1. S. 50. 50. 2b. 11. S. 136. 149. 906. Ueber die Natur des aus Feuerfl. so gewonnenen desoxydirteten Salpeters oder der gasförmigen azotischen Säure, von J. K. Zemann, Troodwerk, Kienland, Bende und Rautenburgh, in Green's neuen Journal der Physik, B. 1. S. 243 ff.

§. 933. Das Stickgas hat keinen Einfluß auf das Salpetergas, und beide Gasarten wirken nicht auf einander. Eben so wenig wirkt kohlensaures Gas, Hydrogen gas, schwefelsaures und Ammoniumgas darauf. Weil also die gewöhnlichen irrespirablen Luftarten das Salpetergas nicht zersetzen, und es nur das Oxygen gas thut: so hat man eben das Salpetergas als ein eudiometrisches Mittel zur Prüfung des Gehalts der atmosphärischen Luft an Sauerstoff vorgeschlagen und angewendet (§. 841.). Indessen gewährt diese Prüfungsart doch keine stetigen und zuverlässigen Resultate, obgleich übrigens das Verfahren und die Werkzeuge dazu von Fontana und Ingenhousz gar sehr vervollkommenet worden sind.

§. 934. Weder die Kohlen noch der Schwefel zersetzen in der Kälte die Salpetersäure, wohl aber in der Hitze, und wenn die letztere recht concentrirt ist, obgleich (besonders die Kohlen) nur schwer und langsam. In Verbindung mit Hydrogen zersetzt aber sowohl die Kohle als der Schwefel die Salpetersäure weit leichter: das erstere bewirkt vegetabilische und thierische Stoffe, wie z. B. Zucker, Oele, u. a. m., die schon in mäßiger Wärme die Salpetersäure in Salpetergas verwandeln; das letztere wird durch schwefelhaltiges Hydrogen gas dargestellt, welches von concentrirter Salpetersäure zersetzt wird und diese selbst zersetzt.

§. 935. Eine Verbindung des Stickstoffs mit dem Kohlenstoff ist zwar bis jetzt unmittelbar herzustellen un-



so lange auferlegt, bis kein Verpuffen mehr erfolgt, so bleibt das Salz nur zum Theil kohlensäuer übrig, weil durch das Glühen desselben selbst ein Antheil der geduldeten Kohlensäure wieder ausgetrieben wird. Wenn man sich den vor-  
 sein Versuche statt der Koble des Schwefels bedient, so hat man ebenfalls eine lebhaftere Verpuffung, und das rückständige Alkali ist schwefelsäuer. Der Schwefel ist also auch in der Glühhitze dem Oxygen näher verwandt, als das Alkali der Salpetersäure.

§. 941. Die Entzündung des Schießpulvers ist ebenfalls eine wahre Verpuffung des Salpeters veranlaßt durch das beifällige Kohlen- und Schwefeltheile. Die Güte desselben hängt von der Reinigkeit der dazu erforderlichen Materialien, von der genauen und innigen Vermengung derselben, und dem gehörigen Verhältnisse derselben gegen einander ab. Dieses Verhältniß der Ingredientien desselben ist freylich nach dem besondern Gebrauche, wozu das Pulver bestimmt ist, verschieden. Gewöhnlich besteht es aus 0,75 Salpeter, 0,16 Kollen und 0,09 bis 0,10 Schwefel. Der Schwefel ist nöthig, damit das Pulver desto leichter Feuer fange,

§. 942. Ein anderes hierher gehöriges merkwürdiges Gemenge ist das Knallpulver (*Polvis salmmoniac*), welches das Besondere hat, daß es, ohne eingeschlossen zu seyn, auch schon in geringer Menge, bey einer allmählichen, bis zur Entzündung des Schwefels gehenden Erhitzung, in einem Löffel über glühenden Kohlen, mit einem heftigen Schläge abtrennt. Man macht es aus drey Theilen Salpeter, zwey Theilen trocknen Weinstein-salzes und einem Theile Schwefel, die man recht fein zusammenreibe.

§. 943. Um nun beurtheilen zu können, was es bey dem Verpuffen des Salpeters zerfetzten Salpetersäure wird, muß man den Versuch nothwendig in verschlossenen Gefäßen in Verbindung mit der pneumatichen Verdrängung unternehmen. Es dient dazu am besten ein Gemisch aus

einem Theile Kohlenpulver und drey Theilen Salpeter. Den Zusatz von Schwefel muß man, wegen der sonst entstehenden Heftigkeit der Explosion, ganz vermeiden. Man bringe von dem mäßig angefeuchteten Gemenge in das genau geschlossene Ende eines Flintenlaufs, stampfe es fest, legt dieses Ende zwischen Kohlen, und den Flintenlauf stark geneigt mit seiner Mündung unter den Trichter der mit heißem Wasser gefüllten Wanne des pneumatischen Apparats. So wie die Stelle, wo sich das zu verpuffende Gemenge endigt, glühend wird, hebt die Verpuffung an, und verbreitet sich noch und noch durch die ganze Masse mit heftiger und häufiger Entwicklung von Gas. Nach Endigung des Versuchs findet man den Salpeter im Flintenlaufe vollständig zerstört, und an seiner Stelle kohlen-saures Kali mit mehr oder weniger unterbrannter Kohle; die übergegangene Luft besteht aus kohlen-saurem Gas und Stickgas.

§. 944. Da die Kohlen-säure, die sich hierbey bildet, nicht anders erzeugt werden kann, als daß die Kohle der Salpeter-säure das Oxygen entzieht; da ferner alle Salpeter-säure hierbey verschwindet, und auch das Sperrwasser beim Versuche nichts davon enthält; da ferner eine so große Menge von Stickgas hierbey zum Vorschein kommt: so folgt, daß der Stickstoff das Radical der Salpeter-säure oder ihr säure-fähiges Substrat ausmache. Da sich die Quantität der bey diesem Processe erzeugten Kohlen-säure und der dabey verzehrten Kohle bestimmen läßt, so kann man auch aus dem schon bekannten Verhältnisse des Kohlenstoffes zum Oxygen in der Kohlen-säure, und aus der Quantität des gesammelten Stickgas schließen, wie das Verhältniß des Oxygens zum Stickstoffe in der im Salpeter befindlichen, höchst concentrirten, Salpeter-säure sey.

§. 945. Eine Bestätigung dieser Theorie giebt die Erfahrung, daß Salpetergas, durch einen glühenden Flintenlauf getrieben, sich ganz in Stickgas verwandelt, indem das glühende Metall hierbey den noch im Salpetergas be-

so lange aufsteigt, bis kein Verpuffen mehr erfolgt, so bleibt das Alkali nur zum Theil kohlensäuer übrig, weil durch das Glühen desselben so viel ein Antheil der gebildeten Kohlensäure wieder ausgetrieben wird. Wenn man sich bei diesem Versuche statt der Koble des Schwefels bedient, so hat man ebenfalls eine lebhaftere Verpuffung, und das rückständige Alkali ist schwefelsäuer. Der Schwefel ist also auch in der Glühprobe dem Oxygen näher verwandt, als das Radical der Salpetersäure.

§. 941. Die Entzündung des Schwefelpulvers ist ebenfalls eine wahre Verpuffung des Salpeters vermittelst der dabei befindlichen Kohlen- und Schwefeltheile. Die Güte desselben hängt von der Reinigkeit der dazu erforderlichen Materialien, von der genauen und innigen Vermengung derselben, und dem gehörigen Verhältnisse derselben gegen einander ab. Dieses Verhältniß der Ingredienzen desselben ist freilich nach dem besondern Gebrauche, wozu das Pulver bestimmt ist, verschieden. Gewöhnlich besteht es aus 0,75 Salpeter, 0,16 Kohlen und 0,09 bis 0,10 Schwefel. Der Schwefel ist nöthig, damit das Pulver desto leichter Feuer fange,

§. 942. Ein anderes hierher gehöriges merkwürdiges Gemenge ist das Knallpulver (*Pulvis fulminans*), welches das Besondere hat, daß es, ohne eingeschlossen zu seyn, auch schon in geringer Menge, bei einer allmähigen, bis zur Entzündung des Schwefels gehenden Erhitzung, in einem Löffel über glühenden Kohlen, mit einem heftigen Schläge abbrannt. Man macht es aus drei Theilen Salpeter, zwey Theilen trocknen Weinstensalzes und einem Theile Schwefel, die man recht fein zusammenreibt.

§. 943. Um nun beurtheilen zu können, was aus der beim Verpuffen des Salpeters zerfetzten Salpetersäure wird, muß man den Versuch notwendig in verschlossenen Gefäßen in Verbindung mit der pneumatischen Vorrichtung unternehmen. Es dient dazu am besten ein Gemisch aus

einem Theile Kohlenpulver und drey Theilen Salpeter. Den Zusatz von Schwefel muß man, wegen der sonst eintretenden Heftigkeit der Explosion, ganz vermeiden. Man bringt von dem mäßig angefeuchteten Gemenge in das genau geschlossene Ende eines Flintenlaufs, stampt es fest, legt dieses Ende zu schon Kugeln, und den Flintenlauf stark geneigt mit seiner Mündung unter den Trichter der mit heißem Wasser o. süßem Wanne des pneumatischen Apparats. So wie die Stelle, wo sich das zu verpuffende Gemenge endiget, glühend wird, hebt die Verpuffung an, und verbreitet sich nach und nach durch die ganze Masse mit heftiger und häufiger Entwicklung von Gas. Nach Endigung des Versuchs findet man den Salpeter im Flintenlaufe vollständig zerstört, und an seiner Stelle kohlen-saures Kali mit mehr oder weniger unverbrannter Kohle; die übergegangene Luft besteht aus kohlen-saurem Gas und Stickgas.

§. 944. Da die Kohlen-säure, die sich hierbey bildet, nicht anders erzeugt werden kann, als daß die Kohle der Salpetersäure das Oxygen entzieht; da ferner alle Salpetersäure hierbey verschwindet, und auch das Sperrwasser beim Versuche nichts davon enthält; da ferner eine so große Menge von Stickgas hierbey zum Vorschein kommt: so folgt, daß der Stickstoff das Radical der Salpetersäure oder ihr säurefähiges Substrat ausmache. Da sich die Quantität der bey diesem Prozesse erzeugten Kohlen-säure und der dabey verzehrten Kohle bestimmen läßt, so kann man auch aus dem schon bekannten Verhältnisse des Kohlenstoffes zum Oxygen in der Kohlen-säure, und aus der Quantität des gesammelten Stickgas schließen, wie das Verhältniß des Oxygens zum Stickstoffe in der im Salpeter befindlichen, höchst concentrirten, Salpetersäure sey.

§. 945. Eine Bestätigung dieser Theorie giebt die Erfahrung, daß Salpetergas, durch einen glühenden Flintenlauf getrieben, sich ganz in Stickgas verwandelt, indem das glühende Metall hierbey den noch im Salpetergas be-

finden Antheil Drogen gänzlich in sich nimmt. Ferner erklärt sich daraus die gänzliche Zerstörung des salpeterminen Ammoniaks für sich im Glühfeuer, und seine Verwandelung in Wasser und Stickgas; ingleichen die Verwandlung des flüssigen Ammoniaks in Salpetergas, wenn man es durch glühenden Braunkohle in einer Röhre defüllet.

Ueber die Verwandlung der Salpetersäure und Salpeter, von J. Millard: in Green's Journ. der Phys. B. 11. S. 23 ff.

§. 946. Einen sonderlichen Beweis für die Mischung der Salpetersäure kann die Erfahrung von Lavoisier geben, welcher zu Folge ein Genisch von sieben Theilen Drogengas und drei Theilen Stickgas in einer mit alkalischer Lauge gesättigten Glasröhre durch häufig wiederholte elektrische Funken im Volum vermindert und die Lauge salpetersauer wurde. Freilich bleibt es hierbey noch unentschieden, was die elektrische Materie hierbey selbst beigetragen habe.

Ueber die Verwandlung eines Verfaltes der dephlogisirten Luft in Salpeter durch Huft der elektrischen Funken, von Lavoisier: in Green's Journ. der Phys. B. 1. S. 200 ff.

§. 947. So viel scheint indessen als Thatsache ausgemacht zu seyn, daß die Natur bey der Verwesung erdgichter Körper Stickstoff, der ein Bestandtheil derselben ist, mit Drogen des Wassers oder der Atmospäre zur Salpetersäure vereinigt, und diese in so fern ein Product der Verwesung genannt werden kann. Daß aber Drogengas und Stickgas durch ihre Vermischung keine Salpetersäure geben, das liegt in der Verwandtschaft ihrer respectiven Grundstoffe zu dem Wärmestoffe, womit sie in diesen Gasarten vereinigt sind.

§. 948. Jetzt läßt sich nun die Theorie des Verfalls fens nach der eben (§. 835.) vorgetragenen Hypothese vom Brennstoffe leicht geben. Der Salpeter entwickelt in der Glühende Drogengas, welches das lebhafteste Verbrennen der verbrennlichen Substanzen verursacht. In der dabei Statt findenden Temperatur bemächtigt sich die verbrennliche Substanz des Drogens der Salpetersäure gänzlich; ihre

Nat



Radical, der mit Brennstoff gesättigter Stickstoff, wird frey, und entweicht als Stickgas, und so wird die Salpetersäure gänzlich zerstört. Die große Menge des Wärmestoffes, welche die Salpetersäure auch im Salpeter noch gebunden hält, und die nicht gänzlich zur Bildung der entstehenden Gasarten verwendet wird, und der Brennstoff der verbleibenden Substanz, der vom Radical der Salpetersäure nicht alle aufgenommen werden kann, ist Ursach des beim Verpuffen entstehenden starken Feuers. — Eigentlich kann man aber die Erscheinungen des Verpuffens nicht von der aus dem Salpeter entwickelten Lebensluft ableiten; und es ist nicht diese, sondern die Salpetersäure selbst, die, ehe noch ihr Drogen auflösende entwickelt wird, durch dasselbe die verbrennliche Substanz in der Glühhitze zum Verbrennen bringt. Uebrigens läßt sich leicht daraus erklären, warum das Verbrennen derselben vermittelst des Salpeters auch beim Ausschusse aller Luft in verschlossenen Gefäßen Statt haben kann. In der überaus schnellen Verbreitung des Verbrennens durch die Masse des Schießpulvers im verschlossenen Raume; in der Menge von Stickgas und kohlensaurem Gas, die dabei so plötzlich erzeugt wird; in der über alle Berechnung großen Ausdehnbarkeit, welche dieses Gas durch die überaus große Menge des freywerdenden Feuers erhalten muß; und in der Expansivkraft des letztern im Augenblicke seines Freywerdens, ist der Grund der fürchterlich großen Kraft zu suchen, welche das Schießpulver ausübt, wenn es im verschlossenen Raume entzündet wird (§. 566.)

Versuch einer neuen Theorie über das Stickpulver, von Ingenhousz; in seinen Schriften, B. I. S. 53 ff.

§. 949. Beim Abbrennen des Knallpulvers (§. 945.) ist es wohl gewiß, daß durchs allmähliche Schmelzen desselben aus dem Schwefelalkali (zu Folge des im Salpeter und Alkali befindlichen Wassers) schwefelhaltiges Wasserstoffgas gebildet wird, oder vielmehr im ersten Anfange seiner Ent-

Es entsteht eine Art von Ausdampfen und es entweicht z. B. nach der atmosphärischen Luft eine ausdehnbare Flüssigkeit von einer bläugrünlich gelben Farbe, die man in Gläser mit eingetriebenen Stöpfeln auffängt.

§ 955. „Die erhaltene ausdehnbare Flüssigkeit ist das Chlorigas, welches, wenn es Wasser enthält, bei Frostkälte zu einer festen spritzigen Substanz gerinnt, die durch Wärme wieder zur ausdehnbaren Flüssigkeit wird. Dieses ausdehnbare Chlor besitzt einen ungemein stechenden und erstickenden Geruch, durch hineingebrachte Thiere sehr schnell, und ist ganz und gar leerespirabel, wird von Wasser nach und nach eingesogen, und leidet nun damit tropfbares wägriges Chlor oder Chlorine. Man kann es auch nicht durch Quecksilber sperren, weil es dieses auflöst (sofern es nicht ganz trocken ist), sondern nur in Gläsern mit eingetriebenen Stöpfeln aufbewahren. Kr.“

§ 956. Es bleicht nicht blaue Pflanzensäfte, sondern zerstört ihre Farbe ganz, so wie alle Pflanzensarben. Alle bunten Blumen und grünen Blätter werden darin mit der Zeit weiß und farbenlos, und die verlorne Farbe läßt sich durch kein Alkali wieder herstellen. Hieraus gründet sich die Anwendung desselben zum Bleichen von Leinwand und Baumwolle.

§ 957. Es bleicht das wägrige Chlor, indem es seinen Substanzen Wasserstoff entzieht und damit Salz bildet. Noch stärker bleichen die Sauerstoffchlorsäuren und deren Salze; vergl. d. Deutsch. Gewerbsfr. B. II. S. 207 und B. III. S. 87. Kr.“

§ 958. Eine brennende Wachskerze brennt in dem luftförmigen Chlore fort, obgleich mit verminderter und dunklerer Flamme. Phosphor, Kohle, Zinnoder, grauer Spießglanz, Erzglanz, Wismuth, Zink, und andere verbrennliche Körper mehr, entzünden sich sogar selbst, wenn man sie fein zertheilt in das erwärmte Gas



fallen läßt. Verülvertes Spießglanzmetall erfordert nicht einmal eine Erwärmung desselben, so auch seine Messinge drücke. „Es entzünden diese verbrennlichen Substanzen beim im Chlorgase aufsteigenden Wasser, während dessen Wasserstoff mit dem Chlor Salzsäure bildet, einen Antheil Oxygen.“

§. 959. Geschwefeltes Wasserstoffgas wird davon auf eine ähnliche Art afficirt, als von Lebensluft; es scheidet sich Schwefel ab, und das Chlor wird zur gemeinen Salzsäure. Salpetergas bringt damit sogleich röthliche Nebel zuwege, und es bilden sich (mittels Wasserzerlegung) salpetrigte Säure und gemeine Salzsäure. Stickgas scheint keine Wirkung auf die oxydirte Salzsäure zu haben; aber Ammoniumgas bringt mit derselben eine Art von Verbrennung zuwege; das Ammonium wird ganz zerlegt; es erzeugt sich Stickgas, Wasser und gemeine Salzsäure.

„Mit dem Chlor bildet das Azoth eine bläuliche, flüchtige bei 95° C. der 32 verflüchtende Flüssigkeit; Gilbert's Ann. D. XLVII S. 45. 62. 6.“

§. 960. Die Neutralsalze, die aus der Verbindung des oxydirten Chlor mit Alkalien entspringen, unterscheiden sich von den salzsauren wesentlich. Ich nenne hier nur das chlor-saure Kali, das auch die zerstörenden Wirkungen der oxydirten Salzsäure auf Pflanzenfarben besitzt, in der Hitze die reinste Drogenluft entwickelt, und dann zu salzsaurem Kali wird. Mit Kohlenstaub vermengt und in einen glühenden Schmelztiegel getragen, bewirkt das Salz eine heftige Verpuffung; eben so auch mit Schwefel. Mit Phosphor zusammengerieben, macht es eine gefährliche Explosion. Ja einige dergleichen Mischungen explodiren schon durch einen Schlag mit dem Hammer.

„Dieses Salz wird sonst oxydirt salzsaures Kali, und wird unter andern auch zur Verwitterung der in thierischen Säuren sich entfindenden des Schwefelsäure benutzt.“

§. 961. Wenn man liquides Chlor einer weissen gläsernen Retorte, die mit der pneumatischen Veräpffung in

Verbindung ist, den Sonnenstrahlen aussetzt, so entwickelt sich daraus Oxygengas, und der Rückstand ist gemeine Salzsäure. Man hat hieraus Anlaß genommen, das wässrige Chlor als ein Photometer zu brauchen; aber es gewährt keine Zuverlässigkeit.

§. 962. Auch der Salpetersäure entzieht die gemeine Salzsäure einen Theil ihres Oxygens und verwandelt sich dadurch in Chlor. Wenn man daher einen oder zwei Theile starke und satterere Salpetersäure mit vier Theilen concentrirter gemeiner Salzsäure zusammenmische, so entsteht Erhitzung und ein Aufbrausen, und es entwickelt sich daraus Chlor, so wie auch das Gemisch den Geruch derselben zeigt und eine gelbe Farbe annimmt. Das rückständige Gemisch enthält nun unvollkommenere Salpetersäure, mit Chlor gemischt. Es hat von den ältern Chemisten den Namen Königswasser (*Aqua regis*, *regia*), auch Goldscheidewasser, erhalten; gegenwärtig nennt man es gewöhnlich salpetersaure Salzsäure (*Acidum nitroso-muriaticum*, *acide nitro-muriatique*), richtiger salpetersaures Chlor. Durch seinen Gehalt an Chlor ist es wirksam, und zeigt deshalb andere auflösende Kräfte, als gemeine Salzsäure allein oder Salpetersäure allein; dadurch hat es auch seine auflösende Kräfte aufs Gold.

§. 963. „Mische man ein Theil starke Salzsäure mit ein bis zwei Theilen starker Salpetersäure, oder zerlegt man chloresaurer Salze durch Säuren, z. B. 1 Theil chloresaurer Kali mit 2 Theilen Salzsäure, der zuvor 2 Th. Wasser zugesetzt worden, erwärmt man das Gemisch sehr gelinde in einer kleinen pneumatischen Geräthschaft (am sichersten bey maassigem Gesichte) so entbindet sich gasförmiges, sehr gelbes Chloroxyd oder sogenanntes Euchlorine, welches über Mercur aufgefangen und durch Schütteln mit Mercur vom beigemischtem Chlorgase befreiet, den Geruch nach gebranntem Zucker und Chlor verbreitet, sehr erstickend ist, Lostrumpapier schwach röthet und dann bleicht, und durch

fallen läßt. Gedülvertes Spießglanzmetall erfordert nicht einmal eine Erwärmung desselben, so auch seine Messingdrähte. „Es entziehen diese verbrennlichen Substanzen dem im Chlorgase aufgelösten Wasser, während dessen Zersetzung mit dem Chlor Salzsäure bildet, einen Antheil Drygen.“

§. 959. Geschwefeltes Wasserstoffgas wird davon auf eine ähnliche Art affinit, als von Lebensluft; es scheidet sich Schwefel ab, und das Chlor wird zur gemeinen Salzsäure. Salpetergas bringt damit soleich tödliche Nebel hervor, und es bilden sich (mittels Wasserzerlegung) salpetrigte Säure und gemeine Salzsäure. Stickgas scheint keine Wirkung auf die oxydirte Salzsäure zu haben; aber Ammoniumgas bringt mit derselben eine Art von Verbrennung hervor; des Ammonium wird ganz zerlegt; es entsteht Stickgas, Wasser und gemeine Salzsäure.

„Wie dem Chlor diese noch eine stärke. Ätztige bei 25°C. de mit verdünnter Salzsäure; Gilbert's Ann. B. XLVII. S. 45. 5. 67.“

§. 960. Die Neutralsalze, die aus der Verbindung des oxydirten Chlor mit Alkalien entspringen, unterscheiden sich von den salzsauren wesentlich. Ich nenne hier nur das chloride Kali, das auch die zerstörenden Wirkungen der oxydirten Salzsäure auf Pflanzenfarben besitzt, in der Hitze die meisten Drogenluft entwickelt, und dann zu salzsaurem Kali wird. Mit Kohlenstaub vermengt und in einen glühenden Schmelztiegel getragen, bewirkt das Salz eine heftige Verwundung; eben so auch mit Schwefel. Mit Phosphor zusammengebracht, macht es eine gefährliche Explosion. In unge dergleichen Mischungen explodiren schon durch einen Schlag mit dem Hammer.

„Dieses Salz wird so oft oxydirt salzsaures Kali, und wird unter andern auch zur Bereitung der in Metallschmelzen sich entzündenden Schwefelbölzer benutzt.“

§. 961. Wenn man liquides Chlor einer weissen gläsernen Retorte, die mit der pneumatischen Verdrängung in

Verbindung ist, den Sonnenstrahlen aussetzt, so entwickelt sich daraus Sauerstoffgas, und der Rückstand ist gemeine Salzsäure. Man hat hieraus Anlaß genommen, das wäſſrige Eſſig als ein Phorometer zu brauchen; aber es gewährt keine Zuverlässigkeit.

§. 962. Auch der Salpetersäure entzieht die gemeine Salzsäure einen Theil ihres Sauerstoffs und verwandelt sich dadurch in Chlor. Wenn man daher einen oder zwei Theile starke und farblose Salpetersäure mit vier Theilen concentrirter gemeiner Salzsäure zusammenmischet, so entsteht Erhitzung und ein Aufbrausen, und es entwickelt sich daraus Chlor, so wie auch das Gemisch den Geruch derselben zeigt und eine gelbe Farbe annimmt. Das rückständige Gemisch enthält nun unvollkommenere Salpetersäure, mit Chlor gemischt. Es hat von den ältern Chemikern den Namen Königswasser (*Aqua regis, regia*), auch Goldscheiderwasser, erhalten; gegenwärtig nennt man es gewöhnlich salpetersaure Salzsäure (*Acidum nitroso-muriaticum, acide nitro-muriatique*), richtiger salpetersaures Chlor. Durch seinen Gehalt an Chlor ist es wirksam, und zeigt deshalb andere auflösende Kräfte, als gemeine Salzsäure allein oder Salpetersäure allein; dadurch hat es auch seine auflösende Kräfte aufs Gold.

§. 963. „Mischt man ein Theil starke Salzsäure mit ein bis zwei Theilen starker Salpetersäure, oder zerlegt man chloresaure Salze durch Säuren, z. B. 1 Theil chloresaures Kali mit 2 Theilen Salzsäure, der zuvor 2 Th. Wasser zugesetzt worden, erwärmt man das Gemisch sehr gelinde in einer kleinen pneumatischen Vorrichtung (am sichersten bey maskirtem Gesicht) so entbindet sich gasförmiges, sehr gelbes Chloroxyd oder sogenanntes Eenchlorine, welches über Merkur aufgefangen und durch Schmelzen mit Merkur vom beigemischten Chlorgase befreiet, den Geruch nach gebranntem Zucker und Chlor verbreitet, sehr erstickend ist, Lackmuspapier schwach röthet und dann bleicht, und durch





§. 955. Die Flußsäure hat sehr viel Aehnlichkeit mit der Salzsäure im Geruche und Geschmacke und in der Flüssigkeit. Man kann sie nicht in fester Gestalt darstellen, und ohne vorgeschlagenes Wasser bey der Destillation nicht erhalten. Eigentlich ist sie im wasserfreyen Zustande gasförmig, und wird in dieser Form aus dem Flußspath durch Schwefelsäure getrieben; das Gas wird aber bey der Destillation von dem vorgeschlagenen Wasser eingelesen, welches nun damit die liquide Flußsäure bildet. Wenn man demnach bey der Destillation des Flußspathes mit Schwefelsäure die Mündung der Retorte unter den Leichter der Quecksilberwanne der pneumatischen Gerächtschale bringt, so geht die Flußsäure als eine permanente ausdehnbare Luft über, und macht das flußsäure Gas (*Gas fluorican.*). Dieses Gas verandert sich bey Berührung der atmosphärischen Luft in weißliche Nebel, wird vom Wasser sogleich verschluckt, und bildet damit liquide Flußsäure. Es ist schwerer als atmosphärische Luft, ist irrespirabel, verlicht ein hineingebrachtes Licht, ist sehr sauer, trübt das Kalterwasser gleich, und wird davon versetzt, so wie auch von Alkalien, und tritt mit Ammoniakgas zum festen Aepfer zusammen.

§. 956. Hat man dieses Gas aus einer gläsernen Retorte destillirt, so setzt es bey seiner Absorption im Wasser sogleich eine kieselige Rinde ab, zum Beweise, daß die Flußsäure die Kieselerde sogar in Luftgestalt bringen und verschlucken kann.

At der Kalterde liefert die Flußsäure eine im Wasser vollauf auflöset die Verbindung. und trübt man die Säure zum Kalterwasser, so entsteht sogleich ein Niederschlag, der kieselige Kalterde ist. Er als den ist auch der natürliche Flußpath oder Fluß (Fluor mineral.), der wegen seiner Unauflöslichkeit im Wasser allerdings nicht zu den Salzen, sondern zu den Steinen oder Erden gehört. Er kommt in kleinen weißten Kristallen, welche oder kleiner durchsichtig, und von den schönsten und mannichfaltigen Farben vor. Er ist im Feuer schmelzbar, löst aber keine Säure nicht auf. Er leidet im Feuer andere Veränderungen auf, und wird deswegen in vielen Fällen als Zusatz bey dem Schmelzen gebraucht, wovon er auch seinen Namen erhalten hat. Wenn Erden leuchtet er im Dunkel.

„H. Davy warnt an, daß die Flußsäure aus dem noch nicht für sich dargestellten Fluorin und Wasserstoff bestehe, daß der Fluß-





holte Sublimationen gereinigt. Es stellt eine graphitartig glänzende, schwarzgrau, feinschrämlige, oder auch in länglichen Octaedern oder breit geschobenen Tafeln krystallisirte, weiche, zerreibliche, bei  $107^{\circ}$  C. schmelzende, und (unter Wasser) siedende, bei  $173$  bis  $180^{\circ}$  C. sich in Form eines schön violetten Dampfes verflüchtigende (Elektrische nicht leitende, nicht entzündliche Masse von 4,948 spec. Gewicht (bei  $17^{\circ}$  C. bar, deren Dampf chlorartig (oder dem Schwefelchlor ähnlich) riecht, das Eigengewicht der Luft = 1 gesetzt, 8,6155 Eigengewicht hat, und dessen Lösung in Wasser (von dem es viel zur Lösung heischt) eine bräunlichgelbe Farbe besitzt, in Wasser gelöst Weingeisturke schön indigblau färbt, die Haut und Papier vorübergehend braun färbt und einen Theil des Jod als Jod- (Sauerstoffsod-) und als Hydrojod- (Wasserstoffsod-) Säure entzückt.

Kr."

„Jod wirkt innerlich als O. ft. — Gilbert's Ann. B. XLVIII. 1. H. S. 273. 305. 307. Kr."

§. 959. „Beide zuletzt erwähnte Säuren bilden sich auf Kosten des durch das Jod zerlegt werdenden Wassers gemeinschaftlich; auch erhält man Jodsäure, neben Salzsäure, wenn man Chlor und Jod entweder bloß mit Wasser, oder mit Wasser und Alkali zusammenbringt. Die Jodsäure ist gelb, ohne Zersetzung sublimirbar und krystallisirt in Rhomben; mit Wasser bildet sie eine farblose geruchlose, sehr sauer schmeckende, Lackmus röthende, bei  $200^{\circ}$  C. sich in Jod und Sauerstoffgas zersetzende, Säure, deren Jod durch Sauerstoff stark anziehende Materien (z. B. durch Schwefelwasserstoff, selbst durch Hydrojodsäure) leicht gefällt wird, und die mit Salzbasen die jodsauren, im Wasser schwer oder unlöslichen, in Weingeist unlöslichen, zum Theil krystallisirbaren Salze zusammensetzt. — Die Hydrojodsäure kann unmittelbar erhalten werden, wenn man Joddampf und Wasserstoffgas durch ein glühendes Porzellanrohr treibt, sonst auch durch Zusammenreiben des Jods mit Ammoniak, Alkohol etc. und anderen Wasserstoff haltens-

§. 973. Mehrere Metalle sind dehnbar, und ihre Theile lassen sich durch Druckwerk oder Hämmern an einander merklich verschieben, ohne ihren Zusammenhang zu verlieren, und sie lassen sich so zu dünnen Blättern und Fäden strecken, wie z. B. Gold, Silber, Platin, Kupfer, Zinn, Zinn, Eisen. Andere hingegen sind spröde, und lassen sich nicht strecken und dehnen, z. B. Stibium, Arsenik, Kobold, Wismuth u. Man hat deshalb die Metalle eingetheilt in Ganzmetalle (*Metalla perfecta*) und Halbmetalle (*Semimetalla*). Allein diese Eintheilung ist zwar in technischer Rücksicht brauchbar, in wissenschaftlicher aber überflüssig, und d. e. Benennung nicht gut gewählt, weil sie die irrige Meinung veranlaßt, als ob die spröden Metalle nicht so vollkommene Metalle wären, als die dehnbaren.

§. 974. Die Metalle sind schmelzbar, aber in sehr verschiedenen Graden. So schmilzt Quecksilber (auch Kalium) schon in der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre; einige Metalle schmelzen noch vor dem Glühen, z. B. Zinn, Blei, Tellur; andere nach dem Glühen, z. B. Silber, Gold, Kupfer. Alle Metalle, nur Eisen und Platin ausgenommen, schmelzen, wenn sie den gehörigen Grad der Hitze erreicht haben, plötzlich; die letztern hingegen werden erst erweicht, und darauf beruht ihre so nützliche Eigenschaft, sich schweißen zu lassen. Es giebt aber auch Metalle, wozu selbst das ganz reine Eisen gehört, welche der stärksten Ofen-Schmelzhitze sehr hartnäckig widerstehen, wogleich sie vor dem Knallgasgebläse zum Flusse kommen.  
Kr."

§. 975. Die Metalle sind krystallisirbar, wenn die dazu erforderlichen Bedingungen Statt finden (§. 142). Bei den spröden Metallen ist das innere krystallinische Gefüge leicht wahrzunehmen; bei den zähen fällt es darum nicht in die Augen, weil eben wegen ihrer Dehnbarkeit sich beim Zerstückeln die Lage ihrer Theile ändert; vergleiche jedoch oben §. 145. u. f.  
Kr."

§. 976. Die meisten Metalle sind in ihrer Schmelzhitze feuerbeständig, wie Gold, Silber, Kupfer, Platin, Eisen, Wey, Zinn, Nickel, Kobalt, Manganstein, Zirkon; einige aber sind flüchtig, und lassen sich in verschlossenen Gefäßen in die Höhe treiben, wie Quecksilber, Wismuth, Zink, Arsenik, Tellur und Strichglanz. Die Feuerbeständigkeit der ersteren ist freilich nur relativ und man hat in der größten Hitze großer Brenngläser selbst das Gold sich verflüchtigen gesehen.

§. 977. Die meisten Metalle lassen sich unter einander zusammenschmelzen, und es entspringen daraus mannigfaltige Metallgemische, Metallversetzungen, oder Legirungen, die wegen ihrer besondern Eigenschaften oft von sehr großem Nutzen sind. Diese Metallgemische sind oft dichter, als sie der Berechnung nach seyn sollten, oft weniger dicht. Merkwürdig ist es, daß einige Metalle gar nicht mit einander zusammengeschmolze werden können.

Wir müssen hier von diesen Metallgemischen: die Legirung des Goldes mit Kupfer oder Silber; die Legirung des Silbers mit Kupfer; beide zu Münzen und andern Nidellen; die Pyrenie (Aes), des Glases (Sennar), Schmelze, aus Kupfer und Zinn; das gelbe Aurum, Merkur, Zombad, Dentalor, aus Kupfer und Zink, das harte Amalgam, aus Quecksilber und Zinn, zur Bereinigung der Erze; das Schmelz, aus Zinn, Wey und Zinn; das weiche Metall, aus Kupfer und Arsenik.

§. 978. Alle Metalle, nur Gold (Silber) und Platin ausgenommen, erfahren eine höchst merkwürdige Veränderung, wenn sie beim Zutritte der Luft der Schmelzhitze ausgesetzt werden. Man die hierbei Statt findenden Umstände bisher wahrzunehmen zu können, stellte man folgenden Versuch an. Man nehme eine genau abgemessene Menge von gleichen Theilen Wey und Zinn, und lasse sie in einem flachen Salzmischchen schmelzen. Das Metall verliert sehr bald seine glänzende, strahlende Oberfläche, und wird mit einer grauen, erdigen Haut überzogen. Man streiche diese mit einem eisernen Spatel zurück, so kommt wieder eine neue metallisch glänzende Fläche zum Vor-

§. 973. Mehrere Metalle sind dehnbar, und ihre Theile lassen sich durch Druckwerk oder Hämmer an einander merklich verschieben, ohne ihren Zusammenhang zu verlieren, und sie lassen sich so zu dünnen Blättern und Fäden strecken, wie z. B. Gold, Silber, Platin, Kupfer, Zinn, Eisen. Andere hingegen sind spröde, und lassen sich nicht strecken und dehnen, z. B. Selenium, Arsenik, Kobalt, Wismuth etc. Man hat deshalb die Metalle eingetheilt in Ganzmetalle (*Metalla perfecta*) und Halbmetalle (*Semimetalla*). Allein diese Einteilung ist zwar in technischer Rücksicht brauchbar, in wissenschaftlicher aber überflüssig, und die Benennung nicht gut gewählt, weil sie die uralte Meinung veranlaßt, als ob die spröden Metalle nicht so vollkommene Metalle wären, als die dehnbaren.

§. 974. Die Metalle sind schmelzbar, aber in sehr verschiedenen Graden. So schmilzt Quecksilber (auch Kalium) schon in der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre; einige Metalle schmelzen noch vor dem Glühen, z. B. Zinn, Blei, Tellur; andere nach dem Glühen, z. B. Silber, Gold, Kupfer. Alle Metalle, nur Eisen und Platin ausgenommen, schmelzen, wenn sie den gehörigen Grad der Hitze erreicht haben, plötzlich; die letztern hingegen werden erst erweicht, und darauf beruht ihre so nützliche Eigenschaft, sich schweißen zu lassen. Es giebt aber auch Metalle, wozu selbst das ganz reine Eisen gehört, welche der stärksten Ofen-Schmelzhitze sehr hartnäckig widerstehen, obgleich sie vor dem Anblasgebläse zum Flusse kommen. Kr.

§. 975. Die Metalle sind krystallisirbar, wenn die dazu erforderlichen Bedingungen Statt finden (§. 142). Bei den spröden Metallen ist das innere krystallinische Gefüge leicht wahrzunehmen; bei den zähen fällt es darum nicht in die Augen, weil eben wegen ihrer Dehnbarkeit sich beim Zerstückeln die Lage ihrer Theile ändert; „vergleiche jedoch oben §. 145. u. f. Kr.“

§. 976. Die meisten Metalle sind in ihrer Schmelzhitze feuerbeständig, wie Gold, Silber, Kupfer, Platin, Eisen, Blei, Zinn, Nickel, Kobalt, Manganesum, Zirkon; einige aber sind flüchtig, und lassen sich in verschlossenen Gefäßen in die Höhe treiben, wie Quecksilber, Bismuth, Zink, Arsenik, Tellur und Sprengstein. Die Feuerbeständigkeit der ersteren ist jedoch nur relativ und man hat in der größten Hitze großer Breunglaser selbst das Gold sich verflüchtigen gesehen.

§. 977. Die meisten Metalle lassen sich unter einander zusammenschmelzen, und es entspringen daraus mannigfaltige Metallgemische, Metallversetzungen, oder Legirungen, die wegen ihrer besondern Eigenschaften von sehr großem Nutzen sind. Diese Metallgemische sind oft dichter, als sie der Berechnung nach seyn sollten, oft weniger dicht. Merkwürdig ist es, daß einige Metalle gar nicht mit einander zusammengeschmolzt werden können.

Wir merken hier von diesen Metallgemischen: die Legung des Silbers mit Kupfer oder Zinn; die Legung des Silbers mit Kupfer: beide in Indien und andern Theilen; die Bronze, aus dem Silber, Zinn, Kupfer und Zinn; das gelbe Kupfer, Messing, Tombak, Sculor, aus Kupfer und Zinn; das zarte Amalgam, aus Quecksilber und Zinn, zur Heilung der Wunden; das Chendlo'n, aus Zinn, Blei und Wismuth; das weiße Kupfer, aus Kupfer und Zinn.

§. 978. Alle Metalle, nur Gold (Silber) und Platin ausgenommen, erfahren eine höchst merkwürdige Veränderung, wenn sie beim Zutritte der Luft der Schmelzhitze ausgesetzt werden. Um die hierbei Statt findenden Umstände besser wahrzunehmen zu können, stelle man folgenden Versuch an. Man nehme eine genau abgemessene Menge von gleichen Theilen Wey und Zinn, und lasse sie in einem flachen Cokaltiefscherben schmelzen. Das Metall verliert sehr bald seine glänzende, spiegelnde Oberfläche, und wird mit einer grauen, erdigen Haut überzogen. Man streiche diese mit einem eisernen Spatel zurück, so kommt zwar wieder eine neue metallisch-glänzende Fläche zum Vorschein.



schein; sie wird aber bald wieder von neuem mit der grauen, erdigen Haut bedeckt, und man kann endlich so bei fortgesetzter Arbeit alles Metall in einen solchen grauen Staub verwandeln. Wenn man das Metall bis zum Glühen erhitzt, so geht diese Veränderung schneller vor, und man sieht endlich das Metall ganz deutlich ursprünglich leuchtend werden, oder verbrennen, und es ist jetzt der Unterschied, daß der entstandene Staub eine gelbliche Farbe erlangt. Durch Umrühren desselben muß man suchen, die noch nicht veränderten Theile des Metalles mit der Luft in Berührung zu bringen, wo sie dann jene Veränderung leicht erfahren. Wenn man bei dieser Arbeit Sorge trägt, daß von dem Metalle nichts verloren geht, so findet man nach Endigung des Processes nach dem Erkalten, daß der pulverige, dem Ansehen nach erdige Rückstand etwa 12 Procent mehr wiegt, als das dazu angewandte Metall.

§. 972. Es geht also bei diesem Versuche der metallische Glanz, der Zusammenhang, die Geschmeidigkeit, und eine große Anzahl sinnlicher Eigenschaften des Bleies und Zinnes verloren, und diese Metalle verwandeln sich dem Ansehen nach in eine Erde. Eine ähnliche Veränderung wird erfahren auch bei gleicher Behandlung jedem dieser Metalle besonders. Metall, das auf eine Weise diese Veränderung erfahren hat, nannte man sonst Metallkalk, metallische Erde (*Calx l. Terra metallica*), gegenwärtig ein Metall-Oxyd (*Metallum oxydatum*); Metall hingegen, das mit allen vorher beschriebenen Eigenschaften versehen ist, nannte man sonst regulinisches Metall oder metallischen König (*Regulus*), gegenwärtig schlechthin Metall, oder reines Metall. Die Operation, durch welche das Metall aus diesem in jenen Zustand versetzt wird, hieß sonst Verkalkung (*Calcinatio*), jetzt Oxydation (*Oxydatio*), indem wir in der Folge sehen werden, daß die gedachten Veränderungen in einer Verbindung des Metalls mit Sauerstoff ihren Grund haben.

§. 980. „Schwache Oxydationen sind oft mit auffallenden Farbenänderungen verknüpft; z. B. das verschiedne farbige Anlaufen des Stahls, Kupfers u. — Der Farbenwechsel des im Wasser zur grünen Flüssigkeit gelösten sogen. mineralischen Chamaeleons (durch Schmelzen eines Gemenges von 1. Th. Braunkstein und 3 Th. Salpeter oder 2 Theil Aetkali bereitet), oder manganfauren Kali's, durch Zusatz von Säuren, welche die grüne Farbe durch zahlreiche Ansetzungen in feuerroth verkehren, gehört nur zum Theil hierher. Kr.“

§. 981. „Nach Thomson's Vorschlag theilt man die Dryde nach ihren Oxydationsstufen ein, in Dryde des ersten, zweiten, dritten, vierten u. Grades, und unterscheidet diese Stufen durch Vorsezung der ersten Sylbe der griechischen Zahlwörter. Die Worte Protoryd und Peroxyd bezeichnen dabey die äußersten Grenzen der Oxydation; jenes das am wenigsten enthaltende Sauerstoff, dieses das mit Sauerstoff gänzlich gesättigte Dryd. Dem Protoryd folgt demnach das Deutoryd, diesem das Tertiaryd, dem das Tetoryd u. Kr.“

§. 982. Alle Metalle, nur Gold (Silber) und Platin ausgenommen, werden im Feuer beim Zutritte der Luft oxydirt. Man unterscheidet daher jene, welche durchs Feuer nicht oxydirt werden können, durch den Namen der edeln Metalle (*Metalla nobilia*) von den übrigen, welche unedle (*Metalla ignobilia*) genannt werden.

§. 983. Die Dryde der schweren Metalle haben nach dem Unterschude der Metalle sowohl, woraus sie entstanden sind, als nach dem Grade der bey der Oxydation angewandten Hitze, verschiedene Farben und verschiedene Natur. Einige zeigen offenbar eine saure Beschaffenheit. Die Dryde der unedeln Metalle, nur das des Quecksilbers ausgenommen, gehen alle, wo nicht für sich allein, doch in Verbindung mit andern, beim Schmelzen in ein Glas, oder wenigstens in eine glasigte Schlacke von ansehnlicher Dichtigkeit über. Die Schmelz-



Schmelzhitze, die dazu erforderlich ist, ist größer, als die, wobei die Metalle dieser Ordnung fließen.

§. 985. Die metallischen Gläser (*Vitra metallica*) besitzen andere Eigenschaften, als ihre Metalle. Sie fließen im Feuer in den irdenen Schmelzgefäßen nicht mehr mit convexer Oberfläche, lösen Erden und Alkalien im Flusse auf, was die Metalle selbst nicht thun, und lassen sich mit regulinischen Metallen durchaus nicht vereinigen. Von dem Verglasen behalten die feuerbeständigen Metallerde die Zunahme des Gewichtes, die sie bey ihrer Entstehung über das Gewicht des angewandten Metalls erhalten haben. Die metallischen Gläser bräuen verschiedene Farben, und die metallischen Orde erhalten auch den erdigten und salzigten Gläsern, wenn sie sich verglasen, ihrer unterschiedenen Natur noch verschiedene Farben, oft schon, wenn sie ihnen nur in geringer Menge zugesetzt werden. Metalloxide, die für sich kein durchsichtiges Glas geben, können andern Gläser, mit dem sie zusammenschmelzen werden, auch die Durchsichtigkeit rauben. Auf die Verbindung anderer Gläser mit den metallischen, und die Färbung durch dieselben, gründet sich die Bereitung der künstlichen Edelgesteine und Glasflüsse, der Pigmente zum Porzellan und Emailmalen, der Schmelzgläser, des Emails, der Glasuren und des Bleiorydreichen Sinterglases.

§. 986. Wenn man ein Orde von Blei, z. B. Bleiglätte oder Mennige, mit Kohlenstaub vermengt, in einem bedeckten Schmelzgefäße der Schmelzhitze aussetzt, so verwandelt es sich wieder in metallisches Blei. Diese Operation, durch welche man die metallischen Gläser und Orde wieder in Metall verwandelt, heißt das Wiederherstellen oder Reduciren (*Re lucto*).

§. 987. Die Wiederherstellung (*Desoxidation*) der unedeln Metalle aus ihren Orden und Gläsern erfordert adema! den Zusatz einer verbrennlichen Substanz, wie z. B. der Kohle, oder solcher Dinge, die Kohlenstoff enthalten,

als: Erze, Pech, Harz, Fett, Oel. Bei schwerflüssigen Metallergden kann man sich aber nur der feuerbeständigen Reducirsmittel bedienen. Im Hüttenwesen dient gewöhnlich das Brennmaterial, die Kohle, zwischen denen man die Erze schmelzt, selbst zum Reducirsmittel. Um übrigens bei strengflüssigen Erden ihren Fluß und die bestmögliche Schmelzung des reducirten Metalls von der Schlacke zu befördern, oder diese dünnflüssiger zu machen, braucht man noch Zusätze, die als Flüße (§. 574.) dienen.

„Zu Hülfe der Ausdehnung des Auslaßschlacks werden die Erze bei mehren zu diesen schweren Metallen und Metallen reducirt; jedoch scheint es, manchen dieser Reducirsmittel das zum Verbrennen nöthige, in Ueberschuß an Kohlen brennbare Gas Carbon, zu enthalten. Außerdem sind manche dieser Metalle mit einem kleinen Theile Wasserstoffes, der in galvanischer Zersetzung Wasser reducirt.“

§. 988. Ob man gleich die edeln Metalle nicht durch Feuer und Luft oxydiren kann (§. 983.), so kann es doch auf andern Wegen geschehen, wie die Folge lehren wird. Ihre Oxyde unterscheiden sich aber von denen der unedeln Metalle dadurch, daß sie zu ihrer Wiederherstellung keines Zusatzes einer verbrennlichen Substanz bedürfen, sondern beim Schmelzfeuer in der Glühhöhe für sich wieder zu regulinischen Metallen werden. Und hierin ist ihnen auch ähnlich das Oxyd des Quecksilbers oder Merkurs und zum Theil auch des Bleies.

§. 989. Alle Umstände bey dem Oxydiren der Metalle durch Feuer und Luft lehren, daß dieser Proceß ein wirkliches Verbrennen ist, und daß die Metalle verbrennliche Substanzen sind. Auch finden dabei durchaus eben dieselben Phänomene Statt, als beim Verbrennen anderer Substanzen (§. 821.). Denn 1) beim Ausflusse des Oxydengases ist keine Oxydation der Metalle durchs Feuer allein zu bewerkstelligen. In genau verschlossenen Gefäßen, oder unter einer Decke von Glas, Schladen, Kohlenstaub u. dergl. geschlossen, bleibt das regulinische Metall regulinisch. Auch geht bey der Oxydation des Metalles nur an

der Oberfläche desselben, wo die Luft Zutritt hat. 2) Beim Oxidiren der Metalle durch die Hitze wird das Oxydengas verzehrt, und in einer bestimmten Menge desselben kann nur eine gewisse Menge des Metalles oxidiert werden. 3) Der Ueberschuß des Gewichtes des Metallkörpers über das es dazu angewandten regulinischen Metalles ist gleich dem Gewichte des bei dem verschwindenden Antheils des Oxydens.

Gründl. chem. Handb. der Chemie, Th. III. Lavoisier traité élém. de chim. T. I. S. 23.

§. 990. Die Theorie des Oxidirens der Metalle kommt also ganz mit der Theorie des Verbrennens überein (§. 835.) überein. Die unedeln Metalle sind nemlich verbrennliche, oder solche Substanzen, die bei einem gewissen Grade der Temperatur das Vermögen besitzen, das Oxygen anzuziehen. Wenn sie also beim Zutritte der atmosphärischen Luft im Schmelzen den dazu nöthigen Grad der Hitze erreicht haben, so erfolgt ihre Verbindung mit dem Oxygen der Luft; oder, nach der oben (§. 835.) vorgestragenen Hypothese, sie zerlegen das Oxydengas dadurch, daß sie sich mit dem Oxygen desselben verbinden, während ihr Verunreinigt mit dem Wärmestoff austritt. Die Metalle werden durch die Verbindung mit dem Oxygen natürlicherweise in ihrer Natur und in ihren Eigenschaften geändert; sie werden Metalloxyde, und durch Schmelzen derselben metallische Gläser. Die Gewichtszunahme und die Ueberanstammung dieser mit dem Gewichte des verschwindenden Oxydengases erklärt sich nun leicht; so wie der Umstand, warum beim Ausschlusse aller Luft die Oxidierung der Metalle durchs Feuer nicht Statt hat, und warum in einer bestimmten Menge von Luft nur eine gewisse Quantität des Metalles sich oxidiren kann.

„Nach der Bertramusschen Verwandtschaftslehre sah man sich genöthigt, anzunehmen, daß die Verwandtschaft eine Kraft sey, welche durch die Wärme bald oermedelt, bald vermehrt werde. Nach Berthollet dazert die Wärme lang die Verwandtschaft welche der Sulfur mit einer Verwandtschaftskraft hervorbringt eben lindert sich, und so die Verwandtschaftskraft der Alkalien oermedelt schwindet oder auhört, und in einigen Stoffen zu erhöhtes De-

streben, in den orthoklasmen Zustand überzugehen, hervorbringt. Diese einfache und harte Arbeit ist auf alle die nämlichen Verbindungen der Verwandtschaftstafeln auf trockenem und nassem Wege. Die Anwendung auf die Desoxydation der Metalle ist leicht. — Die meisten Metalle erweichen oder schmelzen in der Hitze, einige verschmelzen sich sogar, schmelzen sie nicht für sich, so setzt man ihnen etwas zu. In allen diesen Fällen ist es ein Hinderniß der Desoxydation, wenn sie kommen oder geschehen ist. Es ferner das Drogen im absonderlichen Zustande eine permanente Luft ist, so wird kein steigender Wärme sein Bestreben, in den orthoklasmen Zustand überzugehen. Ist die Verwandtschaft, durch welche es verbunden wird, schwach, wie bei den edeln Metallen, so kann die hohe Wärme der Temperatur doch Bestreben so erhöhen, daß es überwiegt, als die Verwandtschaft des Metalles. Dann erfolgt die Desoxydation per se. Von den unedeln Metallen muß sich mit der Kraft der Wärme noch die entgegengesetzte Verwandtschaft der Kohle bemächtigen, um die Kraft, mit welcher das Drogen am Metalle hängt, zu überwinden.

§. 991. Um dieß zu bestätigen, reibe man 1 Unze Bleigläse mit 2 Quentchen Kohlenstaub genau zusammen, schütte das Gemenge in eine kleine irdene Retorte, setze diese mit dem pneumatischen Apparate in Verbindung, und erhöhe sie stufenweise bis zum Glühen. Anfangs tritt die atmosphärische Luft aus, aber nachher folgt kohlen-saures Gas. Nach Endigung der Operation findet man das Bleiglas in der Retorte zum regulinischen Blei hergestellt.

§. 992. Man nehme ferner 1 Unze rothes Quecksilberoxyd, reibe es mit einem Quentchen Kohlenstaub fein zusammen, und verfähre wie vorher (§. 991). Man wird hierbei ähnliche Producte erhalten, nemlich kohlen-saures Gas und laufendes Quecksilber, das, weil es in der Hitze flüchtig ist, überdestillirt und sich in der Mittelflasche sammelt. — Lavoisier fand hierbei, daß 1 Unze (franz.) rothes Quecksilberoxyd 7 Quentchen 34,3 Gr. laufendes Quecksilber gab; daß dabei 75,5 Cubit., 01 (paris.) kohlen-saures Gas entwickelt wurden, deren Gewicht 52,45 Gr. beträgt; und daß von der angewandten Kohle 14,75 Gr. verzehret worden waren. Diese 14,75 Gr. Kohle hatten also 37,7 Gr. Oxygen aus dem Quecksilber in sich genom-

men, während sie dieses zum regulinischen Quecksilber reducirt hatten.

Lavorier oben (S. 909) angef. Abhandl.

§. 993. Die edlen Metalle besitzen eine geringe Verwandtschaft zum Oxygen. Dieß ist der Grund, warum sie nicht durch bloße Wärme erodirbar sind, aber auch der Grund von der Wiederherstellung ihrer, durch andere Mittel erzeugten, Oxide, vermittelt des glühenden Flußes für sich, ohne Reducermittel (S. 988.). Im letzten Falle ist ihnen das Oxid des Quecksilbers ähnlich, das zwar bei einem Grade der Hitze vor dem Glühen durch das Oxygen gas oxidirt werden kann, aber durch die Glühhitze sein Oxygen wieder entläßt. So wird das Quecksilber ein sehr gutes Mittel, die atmosphärische Luft zu zerlegen und ihre Zusammensetzung zu zeigen. Man nehme eine Unze rothes Quecksilberoxid, schütte es in eine kleine gläserne Retorte, die durch eine Mittelflasche mit dem pneumatischen Apparate in Verbindung ist. Man erhitze die Retorte vorsichtig bis zum Glühen. Anfänglich tritt die atmosphärische Luft der Geräthschaft aus; nachher aber geht reines Oxygen gas über, wehen sich das Quecksilber reducirt und in die Mittelflasche überdestillirt. Das Gewicht alles erhaltenen Quecksilbers beträgt etwa 32 Gran (nürnb.) weniger, als das dazu angewandte Oxid.

§. 994. Von der Wiederherstellung der Oxide der edeln Metalle und des Quecksilbers verbindet sich also in der dazu erforderlichen Glühhitze (nach der Hypothese. §. 835.) die Basis des Lichts oder der Brennstoff des Feuers wieder mit dem Metalle, und der Wärmestoff wieder mit dem Oxygen, und dieser tritt als Oxygen gas aus; und das Metall kommt dadurch wieder in den regulinischen Zustand.

§. 995. Die Metalle besitzen nach ihrer specifischen Natur nicht gleich starke Verwandtschaft zum Oxygen. Auch ist die Quantität Oxygen, das gleiche Quantitäten specifisch

§. 1003. Alle unedeln Metalle verlieren mit der Zeit an der Luft, und zwar einige früher, andere später, ihren metallischen Glanz, werden unscheinbar oder laufen an, und einige davon werden in Rost verwandelt. Dieses Rosten ist eine wahre Oxydation der Metalle, wozu aber die Feuchtigkeit der Atmosphäre so viel Antheil haben möchte, als das Oxygen derselben. Dieser Rost ist oft ein vollkommenes Metalloryd und gewöhnlich auch mit Kohlensäure aus der Atmosphäre verbunden.

1004. Die Metalle sind in den Säuren auflöslich: doch wirkt nicht jede Säure auf jedes regulinische Metall. Die Auflösung aller regulinischen Metalle in Säuren geschieht mit Entwicklung von Gas; „nur das Jod und das niedrige Chlorin und dessen Sauerstoffsäuren machen eine Ausnahme. Kr.“ Die Gasarten, die sich dabei erzeugen, sind: mit concentrirter Schwefelsäure schwefelichtes Gas, mit verdünnter, Wasserstoffgas, mit Salpetersäure Salpetergas (§. 924 ff.), und in gewissen Fällen oxydirtes Stickgas (§. 931.) oder bloßes Stickgas, wie gewisser Salzsäure Wasserstoffgas (§. 879.).

§. 1005. Schon die Theorie dieser Gasarten lehrt, daß die regulinischen Metalle bei ihrer Auflösung in Säuren Oxygen aufnehmen und sich oxydiren, und daß sie in ihren sauren AuflösungsmitteIn nicht als regulinische Metalle, sondern als Metalloride enthalten sind. Da auch die edeln Metalle von Säuren aufgelöst werden können, so folgt, daß auch sie dabei oxydirt werden; und dieß ist auch das Mittel, die edeln Metalle in den oxydirten Zustand zu versetzen.

„Der allgemeine Grund, warum alle Oxydation der Metalle in den Säuren weit leichter von Statten geht, als an der Luft, ist, daß sich selbst die edeln Metalle darin oxydiren. Hat aber auch die Verwandtschaft, wodurch das Oxygen, besonders in der Salpetersäure, an die Hohl der Säure gebunden ist, theils in dem freyblühenden Zustande der Säuren, wodurch ihr Oxygen in flüchtiger Luft mit dem Metalle in Verbindung kommt.“ 3.



Oxidirung der Metalle durch Feuer und Luft noch mehrere Mittel giebt, Metallerde hervorzubringen.

§. 1000. Ein sehr wirksames Mittel hierzu ist der Salpeter, mit welchem alle Metalle, deren Oxyde durch bloßes Glühen nicht wieder hergestellt werden (§. 998) in der Glühhitze unter den schon bekannten Erscheinungen (§. 538 ff.) verpuffen, und in vollkommene Oxide verwandelt werden, die mit dem Kalk des Salpeters zurückbleiben.

§. 1001. Demnigen Metalle, deren Anziehung zum Sauerstoff sehr stark ist, wie z. B. Eisen, Mangan und Zink, entstehen es auch in der Glühhitze dem Hydrogen, und zersetzen solchergestalt das Wasser, wovon schon oben (§. 868 ff.) ein Beispiel vorgekommen ist. Sie werden dabei aber nur in unvollkommene Oxide verwandelt. Auch schon in der gewöhnlichen Temperatur, aber freilich nur sehr langsam, können die erwähnten Metalle das Wasser zersetzen, und sich durch Aufnahme seines Sauerstoffs in unvollkommene Oxide verwandeln.

§. 1002. Metalle, deren Verwandtschaft zum Sauerstoff nicht sehr stark ist, lassen sich aus ihren Erden durch Hydrogengas auch wieder herstellen, wenn man sie darin unter einem Glascylinder durch Hülfe eines Brennglases hinklingend zum Schmelzen erhitzt, wobei sich aus dem Sauerstoff des Metallerdes und dem Hydrogen wieder Wasser erzeugt. Der Versuch läßt sich mit Bleierde, und noch leichter mit Quecksilbererde anstellen. Metalle, die das Sauerstoff sehr stark anziehen, werden auf diese Weise zwar aus vollkommenen Erden zu unvollkommenen gebracht, aber doch nicht völlig hergestellt, z. B. Eisen.

Beobachtet, in Crell's chem. Annalen. J. 1786. B. 1. S. 25.

„Der Hitzgrad, den der wunden 29. Versuch des Hydrogens, als Reduktionsmittel, hat offenbar in seinem ausdehnbaren Zustand, der nur immer einem sehr kleinen Theile seiner Masse verhält, ist die Ursache der Verdrängung mit dem Erden, als zur Verdrängung; es ist also eben so leicht erklärt, d. h. warum der Versuch bei einem schmelzbaren Erden wie bei Zinn und bei einem des Zinn, welches die Quecksilbererde am besten geliegt.“



§. 1003. Alle unedeln Metalle verlieren mit der Zeit an der Luft, und zwar einige früher, andere später, ihren metallischen Glanz, werden unscheinbar oder laufen an, und einige davon werden in Rost verwandelt. Dieses Rostfien ist eine wahre Oxidation der Metalle, wozu aber die Feuchtigkeit der Atmosphäre so viel Antheil haben möchte, als das Drogen derselben. Dieser Rost ist oft ein vollkommenes Metallorzd und gewöhnlich auch mit Kohlensäure aus der Atmosphäre verbunden.

1004. Die Metalle sind in den Säuren auflösbar: doch wirkt nicht jede Säure auf jedes regulinische Metall. Die Auflösung aller regulinischen Metalle in Säuren geschieht mit Entwickelung von Gas; „nur das Jod und das wägrige Chlorin und dessen Sauerstoffsäuren machen eine Ausnahme. Kr“ Die Gasarten, die sich dabei erzeugen, sind: mit concentrirter Schwefelsäure schwefeligeräures Gas, mit verdünnter, Wasserstoffgas, mit Salpetersäure Salpetergas (§. 924 ff.), und in gewissen Fällen oxydirtes Stickgas (§. 931.) oder bloßes Stickgas, mit geminnter Salzsäure Wasserstoffgas (§. 879).

§. 1005. Schon die Theorie dieser Gasarten lehrt, daß die regulinischen Metalle bei ihrer Auflösung in Säuren Oxygen aufnehmen und sich oxydiren, und daß sie in ihren sauren Auflösungsmitteln nicht als regulinische Metalle, sondern als Metallorzyde enthalten sind. Da auch die edeln Metalle von Säuren aufgelöst werden können, so folgt, daß auch sie dabei oxydirt werden; und dieß ist auch das Mittel, die edeln Metalle in den oxydirten Zustand zu versetzen.

„Der allgemeine Grund, warum alle Oxidation der Metalle in den Säuren weit leichter von Statten geht, als an der Luft, so daß sich selbst die edeln Metalle darin oxydiren, liegt theils in der schwächeren Verwandtschaft, wodurch das Oxygen, besonders in der Salpetersäure, an die Basis der Säure gebunden ist, theils in dem tropfbaren Zustande der Säuren, wodurch ihr Oxygen in starkerer Masse mit dem Metalle in Berührung kommt.“

§. 1006. Die metallischen Auflösungen in Säuren können die Metalle entweder als unvollkommene oder als vollkommene Oxyde enthalten, nach Maassgabe der dabey anzunehmenden Hize oder der Zerlegbarkeit der Säuren. Ein und dasselbe Metall kann also mit einer und derselben Säure verschiedentlich geartete Verbindungen geben. Diese Verbindungen der oxydirten Metalle mit den Säuren machen eine wichtige Klasse von Salzen, die metallischen Salze (*Salia metallica*), aus, die sich unter einander sowohl nach der Natur der metallischen Basis, als der Säure, die sie enthalten, als selbst des Grades der Oxydation, mannigfaltig von einander unterscheiden.

§. 1007. Die schwerbeständigen Alkalien schlagen das in Säure aufgelösete Metall, wegen der nähern Verwandtschaft der Säuren zu ihnen, nieder, und der Niederschlag ist das Metalloxyd, welches aufgelöset war, aber geringfugig mit einem größern oder geringern Antheile der Säure verbunden.

§. 1008. Die verschiedenen Metalle schlagen sich wechselseitig aus ihren Auflösungen in Säuren nieder. Man hänge z. B. in die Auflösung des Kupfers in Schwefelsäure (des Kupfervitriole) ein polirtes Stahlblech, so wird dieses auf seiner Oberfläche bald mit regulinischem Kupfer überzogen werden, und mit der Zeit wird bei hinreichender Menge von Eisen alles Kupfer niederfallen, und die Kupferauflösung in genau verschlossnen Gefäßen in Eisenauflösung verwandelt werden. Man bemerkt bey diesen Niederschlägen eines Metalles durch ein anderes wenig oder keine Spur von Gasentwickelung, wenn die Solutionen keine freie Säure enthalten. Da aber doch das fällende Metall nicht anders aufgelöset werden kann, als wenn es sich oxydirt, so folgt, daß es sich auf Kosten des gefällten Metalles oxydirt und dieses eben dadurch wieder herstelle.

„Ueber die beyden vorstehenden Electroden, und durch dieselben aus dem Wasser sich edlen Wasserstoffgas zu entwickeln. In die neue Edem. S. 118 f. und dieh. Grunde. weiter unten 4tes Hauptst. 17.“

§. 1009 Die Niederschlagung eines aufgelöseten Metalles aus einer Säure durch ein anderes regulinisches geschieht also durch die Anziehung des fallenden Metalles zum Dragen, welche stärker ist, als diejenige, welche das aufgelösete Metall dagegen bezieht. Die Ordnung, in welcher sich die Metalle aus den Säuren einander niederschlagen, giebt also die Verwandtschaftsfolge derselben gegen das Dragen; und es läßt sich daraus auch erklären, warum sie bei allen Säuren einetken ist.

Nach mehreren Beobachtungen findet folgende Verwandtschaftsfolge der Metalle zum Dragen Statt:

Zinn.  
(Kobalt, Zinn, Nickel)  
Eisen.  
Kupfer.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.  
Zinn.

Wenn genommen ist es ein zusammengefügtes Bild von Kräfte, das den bei Auflösung eines Metalles durch das andere stattfindenden Verwandtschaft über die Metalle der Verwandtschaftsfolge. 147 ff. der deutschen Uebersetzung. 8.

§. 1010. Mehrere Metalle bilden bei ihrer Niederschlagung aus den Säuren durch andere regulinische Metalle kristallinische Gruppen, und geben so Gelegenheit zur Entstehung der sogenannten künstlichen Vegetationen und Metallbäumchen (*Vegetationes metallicas*).

Es ist bekannt, daß: 1) der Silberbaum (*Arbor Argentea*). Man nimmt drei Theile geschaltete Salzkama des Silbers in Salpetersäure, zwei Theile aufbereitete Auflösung des Quecksilbers in Salpetersäure, und einen Theil kochendes Wasser, vermischt es mit einem Bech, setzt es klar durch, und reißt es in ein etwas cylindrisches Glas mit hohem Boden auf drei Theile von einem Amalgam, das auf einem Theile Silber und sieben Theilen Quecksilber armirt und wohl vermischt ist. Es schlägt sich nun durch die Zeit und Wärme das Silber regulinisch nieder, und gewahrt sich mit dem überflüssigen Quecksilber, und bildet kristallinische Aufsätze, deren Gruppierung die Vegetationen ausmacht.

## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 503

4) Der Bleybaum (*Arbor Saturni*). Man löset Bleyrinder in der Hitze vom B. her auf, seihet die Auflösung klar durch, schüttet sie in einen kleinen Glascolinder, und damit an einen Faden ein Stück oder eine Stange Zink hinein. Es schlägt sich das Bley durch die Nähe des Zinkstoffs nieder, und hängt sich an den Zink an.

5) Der Zinnbaum (*Arbor Jovis*). Man erhält ihn, wie den vorherigen, wenn man in die Auflösung des Zinnes in Essigsäure regulinischen Zink hängt.

„Vergl. m. Einleitung a. a. O.“

Ar.“

§. 1011. Der Schwefel verbindet sich im Flusse mit allen Metallen, und löset sie auf, ausgenommen Gold, Platin und Zink. Die Gemische, welche daraus entspringen, die Schwefelmetalle (*Metalla sulphurata*, *Sulphures metalliques*), sind verschieden, nicht bloß nach Verschiedenheit der Metalle selbst, sondern auch bey einem und demselben Metalle, je nachdem es regulinisch oder als unvollkommenes Oxyd mit dem Schwefel vereinigt ist. Die Natur liefert uns dergleichen Verbindungen von Schwefel und Metallen häufig, als Erze.

§. 1012. „Die Schwefelverbindungen der leichtflüßigen Metalle sind strengflüssiger, als die Verbindungen der minder schmelzbaren Metalle.“

Ar.“

§. 1013. Einige Schwefelmetalle verwittern in feuchter Luft. Durch die Verbindung des Metalles und des Schwefels wird die Anziehung derselben zum Oxygen verstärkt: sie entziehen ihn sowohl der Feuchtigkeit, als dem Oxygengas, und es erzeugt sich nun so schwefelsaures Metall. Beim Verwittern des Schwefeleisens (Schwefeleisens) kann auch wohl Selbstentzündung entstehen (§. 840.) Daß an diesem Verwittern der Schwefelmetalle auch die Feuchtigkeit der Atmosphäre Antheil habe, erhellet aus dem schwefelhaltigen Hydrogengas, welches sich bey der Einwirkung von Eisenfeil, Schwefel und Wasser erzeugt.

„Die Cohäsionskraft der Schwefelmetalle ist weit geringer, als die der reinen; daher ihre leichtere Oxydierbarkeit.“

§.“

§. 1014. „Trocknes Sauerstoffgas wirkt bey gewöhnlicher Temperatur nicht auf die Schwefelmetalle, feuch-



re oder unmittelbare Bestandtheile der organischen Körper ansehen kann, und durch deren Aggregation der Körper letztern aufgeführt ist. Diese Zusammensetzungen sind bloß das Werk lebender Organe; und die Kunst vermag zwar, sie in ihre Grundstoffe zu zerlegen, kann sie aber nicht hervorbringen.

### Bestandtheile der Körper des Pflanzenreichs.

§. 1026. Die Körper des Gewächereichs setzen außer den meisten von denen §. 1025. aufgeführten Bestandtheilen und außer den Akaorden folgende nähere Bestandtheile: 1) Schleim, oder Gummi (und Balsam), 2) Harz (Hartharz und Weichharz), 3) Gummiharz, 4) Federharz, 5) Kleber, 6) Stärke (mit Einschluß des Joulin und der Moosstärke), 7) Weichstoff, 8) Zucker (mit Einschluß des Mannazucker, Traubenzucker, Schleimzucker, Schrecks S.ß und Süßholzwasser oder Glycerin); 9) Emelein, 10) Saponin, 11) Ölöl, 12) Naparagin, 13) Pektin, 14) Opian, 15) Cinchonin, 16) Rhabarbarin, 17) Gerbestoff (Eisen: bläuender, Eisen: grüner), 18) fettes Öl, 19) Talg oder Stearine, 20) Wachs (Cera und Myricin) 21) ätherisches Öl mit vielem Aether, 22) Kampfer (mit mehreren sonst theils zu den Harzen gezählt, theils als scharfe Stoffe aufgeführten Arten), 23) Bitterstoff (mit vielen, sich täglich mehrenden Arten), 24) Farbestoff extraktiv — und harziger, von denen jeder viele Arten hat), 25) Indigo (farbloser, purpurner, blauer und grüner), 26) Fasern (oder fädiges Gewebe (mit Einschluß des Medullin, Rork, Gummi, Pollenin und Cevadin).

„Die näheren Bestandtheile der Organismen, oder die Natur der Lebewesen, nenne ich die Natur der Lebewesen: vgl. an. Enst. in d. neuen Natur. 3. Abth. 3. Abth.“

oxydchlorinsäuren Salze übertrifft. — Auch die neutralen Metallsalze (Hyperoxyde oder Euroxyde), z. B. das braune Hyperoxyd des Bleys, verpuffen lebhaft mit brennbaren Materialien, durch Reibung oder Schlag. Kr.

Zusammengesetzte Substanzen organischer Körper.

§ 1023. Die organischen Körper bestehen aus einer nur geringen Anzahl von Grundstoffen; und die große Verschiedenheit, die wir in den so mannigfaltigen Produkten derselben in Ansehung ihrer stänlichen Eigenschaften antreffen, rührt nicht sowohl von dem Unterschiede in der Qualität, als vielmehr von dem verschiedenen quantitativen Verhältnisse in der („durch organische oder Lebenskräfte geleiteten, und darum nur durch das Leben, innerhalb beider Masse erzeugbaren. Kr.“) Verbindung der Grundstoffe her.

Todesthau nicht fort, als er das, dann die über glühende  
 Feuer zu machen: Das ist ein A. B. C. Es ist ein Zeichen,  
 das die Seele an sich selbst und über sich selbst erhebt, die  
 geistliche Seele, und die das Wasser in die Erde in die  
 Erde; Grund zu sein, wie ein B. das das B. in Wasser der Erde  
 todt, den ersten, die Vermählung von und die Erde darstellt;  
 wird in. Karthagen zu die Sprache der Natur ist die Erde  
 die Erde, und wie die Erde zu sein? Cap. 11. 12.

„Bohle war es auch, daß die in dem des kaiserlichen Carlen Thoms  
Bader so genannte organische Bildung die 1840 und 1841  
sich nur zu einem vorläufigen Bruchpunkt — einer Vermehrung  
Tron (in ableitend) abzuweisen befragte sich.“

§. 1224. So weit die chemische Zertheilung der Körper der Pflanzen und Thiere reicht, hat man sich folgende einfachere vnderstehende Grundstoffe in ihnen angetroffen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff; dann auch Phosphor, Schwefel, Calcium, Silicium, Magnesium, Natrium, Kalium, — Chlor, Jod, Zinn — Eisen und selten Mangan, Kupfer, und Baryum.

§. 1025. Aus diesen Grundstücken sind die eigentlichen Zusammensetzungen gebildet, die nun als näher



## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 6.7

re oder unmittelbare Bestandtheile der organischen Körper ansehen kann, und durch deren Aggregation der Bau der letztern aufgeführt ist. Diese Zusammensetzungen sind bloß das Werk lebender Organe; und die Kunst vermag zwar, sie in ihre Grundstoffe zu zerlegen, kann sie aber nicht hervorbringen.

### Bestandtheile der Körper des Pflanzenreichs.

§. 1026. Die Körper des Gewächsreichs zeigen außer den meisten von denen §. 245. aufgeführten wasserlöslichen und außer den Alkalischen folgende nähere Bestandtheile: 1) Schleim, oder Gumm (und Basserin), 2) Harz (Hartharz und Weichharz), 3) Gummiharz, 4) Federharz, 5) Kleber, 6) Stärke (mit Einschluß des Inulin und der Moosstärke), 7) Weizenweißstoff, 8) Zucker (mit Einschluß des Mannasüßers, Traubenzucker, Schleimzucker, Scheele's Süß und Süßholzstoff oder Glycyrrhizin); 9) Emetin, 10) Saponin, 11) Ölöl, 12) Tamaragin, 13) Pikrotoxin, 14) Opian, 15) Euphorbin, 16) Nhabarbarin, 17) Gerbestoff (Eisen: bindender, Eisen: reißender), 18) fettes Öl, 19) Talg oder Stearine, 20) Wachs (Cerin und Myricin) 21) ätherisches Öl mit vielem Aether, 22) Kampfer (mit mehreren sonst theils zu den Harzen gezählten, theils als scharfe Stoffe aufgeführten Arten), 23) Bitterstoff (mit vielen, sich täglich mehrenden Arten), 24) Färbestoff (vertrauliche und harziger, von denen jeder viele Arten hat), 25) Indigo (farbloser, purpurner, blauer und grüner), 26) Faserstoff; oder fädiges Gewebe (mit Einschluß des Medullin, Keil, Fungin, Pollenin und Cevadin).

Die nähere Beschaffenheit der Vegetation, oder die Art der Ernährung, vertheilt die Bestandtheile, vergl. an. Eukl. in d. neuen System. 3. Abth.

§. 1027. Wenn frische Pflanzen einer Hitze ausgesetzt werden, die nicht über den Siedepunkt des Wassers geht, so werden sie ausgetrocknet oder gedörrt. Sie entlassen hierbei ihr wesentliches Wasser, das ohne Zweifel als solches einen Bestandtheil in ihnen vorher ausmachte; aber sie können auch andere wesentliche oder nähere Bestandtheile in dieser Temperatur verlieren, und dadurch beträchtliche Aenderungen ihrer Kräfte und Eigenschaften erliden, wie z. B. das ätherische Oel den scharfen und den narcotischen Grundstoff.

§. 1028. In einer Hitze, die den Siedepunkt des Wassers übersteigt, erfahren die vegetabilischen Körper eine noch weit merklichere Veränderung. Sie werden gedörrt; ihre Mischung wird augenscheinlich verändert, und ihre Grundstoffe treten durch Einfluß des Wärmestoffes in andere Verhältnisse und zu neuen Producten zusammen, wie schon daraus abzunehmen ist, daß sie durch dieses Dörren sämmtlich einen eigenen Geruch und Geschmack erhalten, denn man den brenzlichen (*Empyreuma*) nennt, und der vorher nicht wahrzunehmen war.

§. 1029. Bei einer stärkern Hitze und dem gedrückten Zutritte der Luft entzündet sich endlich die vegetabilischen Körper, brennen nämlich nur Flamme, und lassen nach dem völligen Einkohlen einen feuerbeständigen Rest, der gegen das Ganze immer nur sehr wenig beträgt.

§. 1030. Der Ruß (*Fuligo*), der sich aus der Flamme der brennenden Vegetabilien ansetzt, ist Kohlenstoff, der wegen des nicht vollständigen Zutrittes der Luft zum Innern der Flamme nicht verbrennen konnte, und theils mit dem Rauche mechanisch fortgerissen, theils daraus niedergeschlagen wurde. Es können ihm freilich mehr oder weniger fremdartige Theile anhängen, und er kann deshalb von verschiedener Beschaffenheit seyn.

Stanzruß, Statteruß, Oelruß, Kienruß.

§. 1031.

§. 1031. Alle diese Theile, welche bey dem Kösten und Verbrennen der vegetabilischen Körper sich zerstreuen, kann man auffangen und solchergestalt näher untersuchen, wenn man die Erhitzung derselben bis zu eben dem Grade in einer Retorte vornimmt, die mit dem nöthigen Apparate verbunden ist. Man nehme z. B. Späne von Buchenholz, fülle damit eine beschlagene irdene Retorte bis zu zwey Dritteln an, fülle eine gläserne gekrümmte Röhre mit einer oder mehreren Missetischen luftdicht an ihren Hals, und lasse die Mündung der letztern Leuchtgeröhre unter den Trichter der mit heißem Wasser oder mit Quecksilber gefüllten pneumatischen Wanne treten. Man gebe gelindes Feuer, und verstärke es allmählig bis zuletzt zum Glühen der Retorte. Anfangs entweicht die atmosphärische Luft der Veräflschaft; kann geh'n eigene Gasarten und Nebel über; die letztern treten unter die Recipienten der Wanne, die letztern verschicken sich durch Abflüßung in den Mittelkästen.

§. 1032. Man erhält hierbei eine außerordentlich große Menge von Gas. Ein großer Theil desselben ist kohlensaures Gas, und läßt sich durch Kaltwasser, Kalkschild, oder ätzende Lauge scheiden. Das zurückbleibende Gas ist entzündbar, hat einen unangenehmen, krenzlischen Geruch, und besitzt Eigenschaften des Hydrogengas; unterscheidet sich aber von dem reinen Hydrogengas durch ein größeres eigenthümliches Gemisch, durch eine consistenter Flamme, mit der es brennt, und dadurch, daß es, bey seinem Abbrennen mit Lebensluft in verschlossenen Gefäßen, nicht nur Wasser, sondern auch Kehlensäure liefert, auch nachdem es aufs sorgfältigste von allem anhängenden kohlensauren Gas vorher befreit worden ist. Es constituit also eine eigene Gasart, die man kohlensioßhaltiges Hydrogengas (*Gas hydrogenium carbonateum*, *Gas hydrogène carboné.*) \*) nennt.

\*) *Eponymia: Schwere brennbares Gas.* „Vergl. oben §. 911. Nr.“

§ 1033. Die Erscheinungen dieses Gas zeigen also, daß Hydrogen und Kohlenstoff zusammen seine Basis ausmachen, und folglich Bestandtheile des Holzes gewesen seyn müssen, woraus man es erhält. Das kohlensaure Gas, das man zugleich mit gewinnt, setzt voraus, daß außer dem Kohlenstoffe auch noch Orogen darin zugegen seyn müsse. Uebrigens aber ist die Kohlensäure nicht präexistierend als solche im Holze zugegen gewesen; sondern es waren ihre Grundstoffe vorher in andern Verhältnissen und mit den andern Bestandtheilen zu andern Zusammenhängen vereinigt. Erst bei der Erhitzung bis zu einem gewissen Grade tritt ein Antheil Kohlenstoff mit einem Antheile Orogen zur Kohlensäure zusammen, und bildet mit dem Wärmestoffe kohlensaures Gas; zugleich aber vereinigt sich ein Antheil Hydrogen des Holzes, in Verbindung mit etwas Kohlenstoff, mit dem Wärmestoffe, und tritt als kohlenstoffhaltiges Hydrogengas aus. Dieses entzündbare Gas ist es, welches beim Erhitzen des Holzes im Freyen die Flamme bildet, womit das Holz verbrennt.

§ 1034. Die übrigen flüchtigen Theile, die außer den Gasarten bei der trockenen Destillation des Holzes (§. 1031.) ausgetrieben werden, verdichten sich in den Wärrerflaschen durch Abkühlung zu tropfbaren Flüssigkeiten. Sie bilden theils eine wässerige Flüssigkeit, die gelbroth von Farbe, brenzlich von Geruch, und offenbar sauer ist, und die man sonst einen Spiritus nannte; theils ein Oel, von einem starken brenzlichen Geruche und einem scharfen Geschmacke, welches auf der wässerigen sauren Flüssigkeit schwimmt, anfangs dünner und heiler ist, zuletzt aber bei zunehmender Hitze dunkler von Farbe, dicker von Consistenz, und zäher und pechartiger wird. Die erhaltene saure Flüssigkeit ist bei ihrer gehörigen Reinigung nicht von der Essigsäure verschieden. Sie hat eine zusammenge setzte Grundlage aus Kohlenstoff und Hydrogen; sie präexistierte vorher, als solche, nicht im Holze, sondern ihre Bestandtheile wa-

ren in andern Verhältnissen unter einander verbunden, und selbst ihr wässrigerer Antheil ist erst ein Product des Feuers, aus dem Hydrogen und Oxygen des Holzes neu erzeugt. Auch das brenzliche Oel (*Uicum empyreumaticum*) ist ein Product und kein Educt, und präcipitirt vorher nicht als solches im Holze. Bei seinem Verbrennen mit Rebersäure bildet sich Wasser und Kohlensäure; und seine Bestandtheile sind auch Hydrogen, Kohlenstoff, und etwas Oxygen. Das Verhältniß des Kohlenstoffs darin ist desto größer, je später es überdestillirt und je größer die Hitze dabei ist.

§. 1035. Einige Pflanzen geben bei der erdichten Destillation keine saure Fähigkeit, wie das Holz, sondern vielmehr Ammoniak. Dieses Ammoniak konnte nicht vorher, als solches, in den Pflanzen gegenwärtig seyn, wo es sich auch durch nichts darin darthun läßt, sondern es wird ebenfalls erst aus seinen Bestandtheilen in stärkerer Hitze zusammengesetzt, und zeigt, daß auch der Stickstoff in die Mischung sehr vieler Pflanzen und ihrer nähern Bestandtheile eingeht.

§. 1036. Der Rückstand nach der Destillation des Holzes (§. 1031.) ist nun die Kohle. Sie ist nur der Antheil des Kohlenstoffes des Holzes, der nicht mehr Oxygen genug antrat, um als Kohlensäure auszutreten, noch Hydrogen, um als kohlenstoffhaltiges Hydrogengas, oder beides zusammen, um als empyreumatische Säure oder als empyreumatisches Oel überzugehen.

§. 1037. In der Regel ist die sogenannte reinste, aufs stärkste ausgeglühete Pflanzenkohle noch etwas metallisch und metallhaltig; die Metalloide und Metalle geben beim Verbrennen der Kohle die — Kohlensäure haltige — Asche. Kr.

§. 1038. Bei dem Verbrennen des Holzes sowohl, als aller vegetabilischen Körper, unter dem vollkommenen Zutritte der freien Luft, wird der Antheil Kohlenstoff, der

§. 1043. In Thiere und Pflanzenleibern kommen außer den erwähnten Bildungsgeschulen noch verschiedene Salze vor, die theils nur der organischen Natur angehören, theils auch in der anorganischen heimisch sind. Zur ersten gehören unter andern die oesselsauren, milchsäuren, esselsäuren, weinsteinsäuren, citronensäuren, benzoesäuren u. Solche, zu letzteren vorzüglich der Kohlensäure und phosphorsaure Kalk, das saizsaure und schwefelsaure Natron.

Kr."

§. 1044. Bey der trockenen Destillation geben die thierischen Körper alle kohlenstoffhaltiges Hydrogen gas (§. 1042.) und kohlensaures Gas, und die mehren theils einen brenzlichen Oele kohlensaures Ammoniak; nur wenige geben eine brenzliche Säure. Die Entstehung dieser Produkte läßt sich aus den (§. 1042.) angeführten Grundstoffen leicht erklären.

§. 1045. Die Kohle solcher thierischen Substanzen, welche bey der trockenen Destillation Ammoniak geben (§. 1044.), z. B. von Gallerte, Eymweiß, Blut, Knochen, ist besonders noch dadurch merkwürdig, daß sie, mit dyenden feuerbeständigen Alkalien in bedeckten Gefäßen geglähet, der nachher mit Wasser auszuziehenden Lauge das Vermögen ertheilt, das Eisen aus seinen Auflösungen in Säuren als Berlinerblau niederzuschlagen. Es bildet sich nehmlich aus dem jener Kohle noch anhängendem Stickstoff, und Kohlenstoffe, „Blaustoff“, der mit Wasserstoff die Blausäure darstellt, welche an Alkalien gebunden, die Lauge auflösung blau färbt; vergl. oben §. 935. Kr."

§. 1046. „Der im Berlinerblau (einem gewöhnlich Thonerde haltigen Gemisch) die Farbe ertheilende Hauptbestandtheil ist Blaustoff oder Cyanchien, welches entsteht, indem der Basistheil der Blausäure (des blausauren Kalis) mit dem Sauerstoff des aufgelösten Eisenoxyds Wasser bildet (nachdem das Alkali die das Eisen zuvor aufgelöst habende Säure neutralisirt hat), und das dadurch freigewor-



ferstoff beizugt, um Wasser zu bilden, Pflanzensäuren senen, daß umgekehrt Harze, Oele, Weingeist) und ähnliche sehr brennbare Materien im obigen Sinne vorkommenden Wasserstoff und die übrigen Bildungscheile die Wasserbestandtheile nur im Verhältniß, wie sie im Wasser vorkommen, enthalten, erleidet Ausnahmen, von denen jene keine der geringeren ist, daß es Pflanzensalkaloid mit vorherrschendem Sauerstoff, und Pflanzensäuren mit (in Bezug auf Wasserbildung) überschüssigem Wasserstoff giebt. Kr."

„Berat. m. Anbr. d. Chemie Heidelberg 1807. 2. S. 112, und m. Erklärung in d. n. Chemie Seite 1312. S. 316 - 326 u. f. — Eine Nachprüfung des Gehalts in anorganischen und organischen Verbindungen und der Grundverschiedenheit beider s. am Schluß die es Hauptstück. Kr."

§. 1041. „Die Bestimmung der Beschaffenheiten und Eigenschaften der Bildungscheile überhaupt, mithin auch der Pflanzensstoffe gehört für die Chemie; vergleiche Gmelin's Handbuch der theoretischen Chemie. III. Band. Kr."

### Zusammensetzungen in thierischen Körpern.

1042. Im Allgemeinen unterscheiden sich die meisten thierischen Substanzen dadurch von den vegetabilischen, daß sie verhältnismäßig mehr Stickstoff und Phosphor enthalten. Die merkwürdigsten nähern Bestandtheile der thierischen Körper sind außer den oben (§. 645.) erwähnten Thiersäuren folgende: 1) Harnzucker, 2) Milchsäure, 3) Augenschwarz und Sepieneschwarz, 4) Thierleim, 5) Gomayon, 6) Speichelfloss, 7) Eysweiß, 8) Käsestoff, 9) Faserstoff, 10) Thierschleim, 11) Blasensoryd, 12) Harnstoff, 13) Blutroth, 14) Thierbitter, 15) Fett, 16) Talg und Wachs, 17) Wallrath, 18) Thierharz, 19) flüchtiges Oel, 20) Thierfarbestoff, von denen 1, 2, 11, 12, 13 angenommen, die meisten in mehrere Arten zerfallen. Kr."



selbst erfolgenden Veränderung ihrer Mischung unterwerfen, wenn sie bey einem hinlänglichen Grade der Feuchtigkeit und Wärme von dem Zugange der Luft nicht ganz ausgeschlossen sind. Man nennt dieß von selbst erfolgende Zersetzung ihrer Mischung Gährung (*Fermentation*).

Die Gährungsarten scheinen sich von calcareischen Substanzen und Erdsinnstücken abzuhängen. Nach dem Symplicius haben wir in 9 vorzügliche Arten verfahren: 1. In der ersten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der zweiten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der dritten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der vierten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der fünften, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der sechsten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der siebenten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der achten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*. In der neunten, die man die Gährung 1. *Acidula* 2. *Acidula* 3. *Acidula* 4. *Acidula* 5. *Acidula* 6. *Acidula* 7. *Acidula* 8. *Acidula* 9. *Acidula*.

§. 1049. Nach der Beschaffenheit der Substanz, welche in Gährung begriffen ist, auch wohl nach der Dosis der Gährung selbst, sind die Producte verschieden, die sich dabei bilden. Man hat hiernach dreierley Arten von Gährung unterschieden: die weinigte Gährung (*Fermentatio vinosa*); die saure oder Eßiggährung (*Fermentatio acida*); und die faulige Gährung oder Säulniss (*Fermentatio putrida*, *Putrefactio*). Indesß ließen sich allerdings noch mehrere Arten festsetzen.

### W e i n g ä h r u n g.

§. 1050. Die schleimig-zuckerartigen Stoffe des Pflanzenreichs erfahren sehr bald eine auffallende Veränderung ihrer Mischung, wenn sie bey dem gehörigen Grade der Verbindung mit Wasser und bey der Wärme (von 60 bis 70 Gr. F. ihrerh.) vom Zutritte der Luft nicht ganz ausgeschlossen sind.

§. 1051. Um die Erscheinungen, die dabei Statt finden, wahrnehmen zu können, wähle ich den Most, oder den ausgepressten Saft der Weintrauben, als Beispiel. Wenn man denselben in einer enghalsigen Flasche zu einer Temperatur von etwa 70 Gr. F. ruhig hinstellt, so wird er sehr bald in eine innere Bewegung; die Durchsichtigkeit und Klarheit verliert sich; die Masse wird trübe; es

beide Erant mit dem ebenfalls und gleichzeitig frengewordenen Eisen sich eine, wie ich bereits 1813 in meiner Einleit. in die neuere Chemie andeutete; a. a. O. S. 452. Ann. und Gay-Lussac späterhin durch Versuche bewies. Kr."

„Hinsichtlich der chemischen Vertheilung und Vertheilung der einzelnen Körper: Bildungsweise, gilt das §. 1046 in der Anmerkung gesagte. Kr."

§ 1047. „Die weiße erdige Materie, welche nach starkem Durchglühen der Knochen übrigbleibt (Knochenasche), besteht größtentheils aus phosphorsaurem Kalk. Da fast alle organischen Stoffe aus brennbaren Grundstoffen bestehen, so kann die Analogie leicht zu der Vermuthung führen, daß auch der Phosphor selbst, nicht die Phosphorsäure, in den Knochen enthalten sey, und die letztere erst durchs Glühen der Knochen entstehe. Allein die genauern Untersuchungen, welche seit Scheele mehrere Naturforscher, besonders Vaucquelin und Fourcroy angestellt haben, zeigen deutlich, daß die feste Grundlage der Knochen schon vor dem Glühen hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehe. §."

#### Von selbst erfolgender Veränderung der Mischung organischer Körper.

§ 1048. In den lebenden organischen Körpern erfolgen zwar durch die Functionen des Lebens beständige Mischungsveränderungen der verschiedenen Stoffe, welche zu den nähern Bestandtheilen der organischen Körper gehören, und die Aenderungen beruhen hauptsächlich hierauf. „Es erfolgen aber diese Mischungsveränderungen nach Gesetzen, über welchen noch sehr viel Dunkelheit liegt, und die augenscheinlich von den chemischen Gesetzen der unorganischen Natur sehr verschieden sind. §." Wir haben es daher hier nur mit den von selbst erfolgenden Veränderungen der Mischung zu thun, die in der todtten organischen Substanz Statt finden. Alle todtten organischen Substanzen sind dieser von

(erhaltigern) Kohlenwasserstoff, d. i. Weingeist elektrisch. zer-  
mischt zerlegt wird. Kr.

§. 1054. Bei solchen Dingen, die nicht sehr geneigt zur Gährung sind, oder worin der Zuckerstoff mit zu vielen andern Theilen verbunden ist, befördert man die Gährung durch den Zusatz gewisser Substanzen, die man Gährungsmittel (*fermenta*) nennt. Dahin gehören Materien, die entweder schon selbst in Weingährung begriffen oder sehr geneigt dazu sind.

§. 1055. Wenn man guten, geistreichen Wein aus einer gläsernen Retorte mit einer Vorlage im Sandbade des wohl verklebten Zugs und gelinder Hitze destillirt, so geht eine Flüssigkeit, in eigenen, fett aussehenden Strahlen in die Vorlage über, die einen starken erweichenden Geruch, einen durchdringenden Geruch, und berauschte Kräfte besitzt, sich entzünden läßt, und mit einer Flamme ohne Rauch und Ruß verbrennt. Der überdestillirte flüchtige Theil des Weines heißt Weingeist (*Spiritus vini*), brennbarer Geist (*Spiritus ardens, inflammabilis*), Brannntwein (*Vinum adustum*). Er enthält immer noch wässrige Theile beigemischt, die zu gleicher Zeit mit übergangen. Alle gegohenen weinartigen Getränke gehen bei der Destillation diesen brennbaren Geist, und zwar immer um desto mehr, je besser sie sind. Die im Handel vorkommenden oder zum Bedarfs der verwendeten Brannntweine werden auch aus andern, oft in dieser Absicht bloß zur Weingährung gedachten, weinartigen Flüssigkeiten gezogen.

§. 1056. „Brandes Untersuchungen verdanken wir eine genaue Bestimmung der aus Weinen darstellbaren (und respective darin enthaltenen) mittleren Mengen Weingeists oder Alkohol's.

„Brandes Tabelle über die in verschiedenen Arten Weinen enthaltene mittlere Menge Alkohol: vergl. Journ. of science etc. IV. S. 299.

reißt sich eine große Menge von Luftbläschen aus dem Innern derselben los, die auch wohl mit einem merkl. Anwesendse hervorbrechen, und wegen der Zähigkeit der Materie, wenn sie eingeschlossen sind, eine Schicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit, den Gäsck, bilden. Sie sind durchaus kohlensaures Gas, das nach Beschaffenheit der gährenden Materie und der dabei Statt findenden Temperatur oft in ungemessener Menge hervorbricht, und bey sehr hohem Ausstritte auch wohl die Gefäße sprengen kann. Nach einer längern oder kürzern Zeit lassen diese Erscheinungen der Gährung nach; der Schaum verliert sich, die gegohrne Materie wird wieder klar und hell, und es entbindet sich kein kohlensaures Gas weiter. Jetzt scheint die Natur gleichsam einzuladen, diesen Zeitpunkt zu nutzen, und die Verunreinigungen zu entfernen, unter welchen die Gährung anhielt, und unter welchen eine neue Mischungsveränderung eintreten würde. Die gegohrne Materie zeigt jetzt eine veränderte Natur: der süße Geschmack des Mostes und seine Klebrigkeit haben sich verloren, und er hat den weinartigen Geruch und Geschmack, und berauschende Kräfte erhalten, die man vorher nicht an ihm wahrnahm. Es hat sich ein dicker Saft geschieden, der die sogenannten Hefen (*Faeces*, *Mater vini*) ausmacht.

„Ueber die Natur der Hefen oder des Feiments vergl. Berzelin's Chemie. B. II. S. 1456—1457.“

§. 1052. Das Bedürfnis hat den Menschen vielerley weinartige Getränke aus mancherley Pflanzenstoffen bereiten gelehrt. Aber in allen ist nur die außerordentlich schleimige Materie die Grundlage derselben, und der weinartigen Gährung fähig: und es giebt daher außer dem eigentlichen Weine aus Traubensaft noch eine große Menge anderer weinartiger Getränke. Hierher gehört unter andern: der Cider oder Apfelswein, der Mech aus Honig, das Bier aus Malz.

§. 1053. „Weingeist bildet sich in dem Verhältniß wie Zucker in Kohlensäure und Wasserfaurem (oder Was-

ferhaltigem) Kohlenwasserstoff, d. i. Weingeist elektrisch-chemisch zerlegt wird. Kr."

§. 1054. Von solchen Dingen, die nicht sehr geneigt zur Gährung sind, oder worin der Zuckerstoff mit zu vielen andern Theilen verbunden ist, befördert man die Gährung durch den Zusatz gewisser Substanzen, die man Gährungsmittel (Fermenta) nennt. Dahin gehören Materien, die entweder schon selbst in Weingährung begriffen oder sehr geneigt dazu sind.

§. 1055. Wenn man guten, geistreichen Wein aus einer gläsernen Retorte mit einer Vorlage im Sandbade ten wohl verklebten Fugen und gelinder Hitze destillirt, so geht eine Flüssigkeit, in eigenen, fest aussehenden Streifen in die Vorlage über, die einen starken erwärmenden Geruch, einen durchdringenden Geruch, und berauschende Kraft besitzt, sich entzündet läßt, und mit einer Flamme ohne Rauch und Ruß verbrennt. Der überdestillirte flüchtige Theil des Weines heißt Weingeist (Spiritus vini), brennbarer Geist (Spiritus ardens, inflammabilis), Branntwein (Vinum adustum). Er enthält immer noch wässrige Theile bergemischt, die zu gleicher Zeit mit übergangen. Alle gegebenen weinartigen Getränke geben bei der Destillation diesen brennbaren Geist, und zwar immer um desto mehr, je besser sie sind. Die im Handel vorkommenden oder zum Bedarfszwecke verwendeten Branntweine werden auch aus andern, oft in dieser Absicht bloß zur Weingährung gebrachten, weinartigen Flüssigkeiten gezogen.

§. 1056. „Brandes Untersuchungen verdanken wir eine genaue Bestimmung der aus Weinen darstellbaren (und respective darin enthaltenen) mittleren Mengen Weingeist's oder Alkohols."

„Brandes Tabelle über die in verschiedenen Arten Weinen enthaltenen mittleren Menge Alkohol: veral. Journ. of science etc. IV. S. 259.

# Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 619

Namen der Weine	Verhältniß des Alkohols auf 100 Theile Wein dem Volum nach	
Elfa	.	25,41
Rosinenwein (raisin wine)	.	25,18
Marfala	.	25,9
Madera	.	22,27
Johannisbeerwein	.	20,55
Terres	.	19,17
Senecio	.	19,79
Colares	.	19,74
Lactoma Christi	.	19,70
Weißer Constanza	.	19,75
idem rother	.	18,98
Lisaboner	.	18,94
Malaga von (1696)	.	18,94
Lucelles	.	18,49
Rother Madera	.	20,55
Muskat vom Kap	.	18,25
Madera vom Kap	.	20,51
Raubeinwein (vin de raisin)	.	18,11
Caravello	.	18,65
Bibena	.	19,24
Alba Flora	.	17,26
Malaga	.	17,26
Weißer Eremitage	.	17,48
Monifillon	.	18,15
Claret, oder Portwein	.	14,10
Malvasier von Madera	.	16,40
Unel	.	25,50
Epiras	.	15,58
Euracuser	.	15,58
Sauter	.	14,22
Burgunder	.	14,57
Hock (Rheinwein)	.	12,08
Rice	.	14,69
Barfac	.	13,86
Diato	.	13,80
Champagner	.	15,20
Brautender Champagner	.	12,61
Rother Hermitage	.	12,52
Grave	.	13,57
Krontagae	.	12,79
Eble rotter	.	12,38
Stachelbeerwein	.	11,84
Pomeranzenwein zu London gemacht	.	11,26
Polymen	.	9,28
Holunderbeerwein (Elder wine)	.	9,37
Der geistigste Elder	.	9,37
idem, der wenigste	.	5,21
Birnenwein (poire)	.	7,28
Weiß	.	7,28
Bourtoner Kelle (Bier)	.	8,88

Namen der Weine	Verhältnis des Alkohols auf 100 Theile Wein dem Reinwein nach	
Frankfurter Aale	.	6,00
Deutscher Aale	.	6,75
Wittel	.	6,02
Frankfurter, Frankfurter (browns Aale)	.	6,50
Frankfurter Keller	.	4,00
Frankfurter Keller	.	1,25
Frankfurter	.	8,19
Frankfurter	.	6,63
Frankfurter (Frank)	.	6,62
Frankfurter (Frank) Kornbrandwein	.	6,52
Frankfurter (Frank)	.	6,50

§. 1057. Der von seinem überflüssigen Wasser ziemlich genau gereinigte Branntwein heißt rectificirter Weingeist (*Spiritus vini rectificatus*), wenn er auch schon eben nicht aus Wein, sondern, wie in unsern Gegenden aus Kornbrandwein verfertigt worden ist. Den allerreinsten, und von allen außerwesentlichen Fäul-, Oel- und Wassertheilen durch gehörig angestellte Rectification befreieten nennt man Alkohol oder höchstrectificirten Weingeist (*Alcohol, Spiritus vini rectificatissimus*). Durch Abzählen über geätzter Pottasche oder salzsaure Kalkerde kann man ihn, allem Aufsehen nach, gänzlich entwässern, und dann heißt er absoluter Alkohol. 3"

„In diesem Buch ist Darstellung verschiedener (vom Fäulernach 10 freier) Branntweine, Weine, Sacke, enthält d. Deutsche Gewerbe- und Jahrgang 1815 — 16 u. ff. Rr."

§. 1058. Der Alkohol ist als das eigentliche Product der weinigen Gährung, und als ein eigenthümliches, durch die Natur erzeugtes Gemische anzusehen. Er ist im reinen Zustande völlig farblos, hell und klar, durchdringend und stark von Geruch und Geschmack, läßt sich ohne Zerkleinerung anzündend, und brennt, ohne Rückstand zu hinterlassen, mit Flamme ohne Rauch und Rost. Er ist specifisch leichter als Wasser, und sein eigenthümliches Gewicht wird gewöhnlich zu 0,815 gesetzt. Lavoisier (und Berzelius) aber hat gezeigt, daß dieses bei der stärksten Entwässerung des Alkohols auf 0,791 heruntergebracht werden kann. Er ist



flüchtig, leicht verdunstbar, und siedet schon bei  $79^{\circ}$  C. Eben dieses ist der Grund, warum er sich durch Destillation entwässern läßt. Mit dem Wasser löst sich der Alcohol in allen Verhältnissen vermischt, und beide nehmen nach der Vermischung einen geringeren Raum ein, als sie nach der Summe ihrer einzelnen Räume einnehmen sollten.

§. 1059. Wenn man die Dämpfe des Alcohol aus einer gläsernen Retorte durch ein glühendes gläsernes oder porcellanenes Rohr, das mit einer Metallflasche und dem pneumatischen Apparate connectirt, treiben läßt, so wird ein Antheil Alcohol zerlegt, und man erhält Kohlenstoffhaltiges Hydrogengas und kohlensaures Gas.

„Th. v. Saussure ließ auf ähnliche Weise 81,37 Gramm Wein geist von 0,832 Specific. v. langsam durch ein glühendes Retortarrohr und er erhielt 0,44 Gas an Kohle 0,11 Gas theils blausäureförmliches, theils braunes, flüchtiges, nach Ponceau riechendes, kohlensaures Gas, ferner 17,26 Gramm kohlendes Gas aus 200 Decim. und 15 flüchtige (enthaltendes) Wasser und 60,7 Gas soeben. producirtes kohlensaures Wasserstoffgas, das 1,7 Kohlenäure enthält, dem Verhältniß nach auf 100 Raub. bestehend aus 100 Raub. Sauerstoffgas vertheilt und damit 81,13 kohlensaures Gas erzeugte.“

§. 1060. Wird ein Gemenge von Alcoholdampf und Sauerstoffgas mittelst eines brennenden Körpers oder durch einen elektrischen Funken angezündet, so verbrennt es unter lebhafter Explosion zu Kohlensäure und Wasser. Th. v. Saussure erhielt, indem das ebenjenannte Gasgemenge in dem weiter unten zu erwähnenden Voltaischen Elektrometer durch einen elektrischen Funken abbrannte, die genannten Erzeugnisse in einer Menge, welche, gemäß ihren bekannten Bestandtheilverhältnissen, die Annahme gestattet, daß im Hundert Alcohol 41,36 Sauerstoff gegen 15,82 Wasserstoff und 42,82 Kohlenstoff zugerechnet sind. Wollte man hiernach den Alcohol nicht als eine dreifache organische, sondern vielmehr als eine den Salzen ähnelnde, nur aus zwei entgegengesetzten wirksamen bestehende Verbindung ansehen, so müßte man annehmen, daß außer dem bekannten Kohlenwasserstoffgase mit dem angeblichen Minis



Kälte; sie entzündet sich schon bei Annäherung einer Flamme vor der Berührung, verbrennt mit einer hellen Flamme, und setzt dabei Rauch ab. Ehemals glaubte man, daß auch die durch Schwefelsäure bereitete, Säure enthalte, und nannte sie daher *Vitriolnaphtha* (*Naphtha sulphurica*). 3."

„Ueber den Gehalt des wässrigen Vitriols an Alkohol vergl. A. W. Merfmes Lab. in dessen *Annalen* 2. B. Wien 1816. Bd. 2. S. 27. Nr."

§. 1063. Der Aether besteht aus 6 Kohlenstoff, 1,33 Wasserstoff und 2 Sauerstoff, und ist zu betrachten als eine Verbindung von 5,798 Alcohol mit 3,532 ölbildenden Gasen. Man sondert ihn vom brennend gemischten Wergaste am besten durch Barytwasser (Aether geht in Wasser gelöst) oder auch durch Kalwasser ab, und unterwirft ihn, Behufs gänzlicher Scheidung von wässrigem Wergaste, einer nochmaligen Destillation über trocknem salzsaurem Kalk. Er stellt dann eine öligflüssige, sehr flüchtige, wasserklare, angenehm duftende, sich durch dringend schmeckende, durch Verflüchtigung Kälte erregende, brennend heftiger, künstlicher Kälte erstarrende Flüssigkeit dar. Erhält man 4 Theile conc. Schwefelsäure und 1 Th. Alcohol, so wird der letztere ganz in ölbildendes Gas und Wasser zerlegt, was beweiset, daß die Aetherbildung bedingt wird durch die heftige Anziehung der Säure zum Wasser, welches der Möglichkeit nach (mit seinen einzelnen Bestandtheilen) im Alcohol enthalten ist. Nr."

„Wir können annehmen, daß der edlere zur Herbeibildung fähigen geringeren Menge der Schwefelsäure, das ölbildende Gas noch Idrogen Gasen mit Alcohol verbunden wird, und nicht zum Wasserstande gelangt, nach welchem sich Sauerstoff mit Wasser und dadurch mit Selen, Selen und Selen in einfachen Proportionen verbindet, wenn man 1 B. Thénard's Entdeckung gemäß mit Sauerstoff überladenen Barre (d. i. das Bariumperoxyd, welches durch auf. liegendes Eisen d. i. Aethergas in Sauerstoffgas erhalten wird) in Wasser, oder in wässrige Säuren (z. B. Salpetersäure, Essigsäure, Salzsäure u. a.) auflöst, und durch Schwefelsäure d. i. Wasser zerlegt; es fällt dann gewöhnlicher Eozit mit Schwefelsäure verbunden als künstliche Schwefelsäure nieder, während die stärkere heftige Flüssigkeit den durch die Schwefelsäure frey gemachten Sauerstoff auflöst, und damit die merkwürdigen Thénard'schen Aetherische Verbindungen darstellt. Wässrige Säure oder Wasser, welches auf

fer verdünnt ist, oder je mehr die Luft Zugang hat und die Temperatur erhöht ist.

§. 1067. Der Zuckersaft ist zwar die eigentliche Grundlage der weinigen Gährung; aber zur Essiggährung sind auch andere Substanzen fähig, wie der reine Schleim, die Stärke, die wesentlichen sauren Pflanzensäfte, die Valerianen, wenn sie bey der Verdünnung mit Wasser den Bedingungen zu dieser Gährung unterworfen werden. Die Essiggährung setzt also nicht immer die Weingährung voraus, und ist nicht überhaupt als eine Folge der letztern anzusehen.

§. 1068. Bey solchen Dingen, die nicht sehr zur Essiggährung geneigt sind, befördert man dieselbe durch Hülfsfermente. Dahin gehören alle Substanzen, die entweder schon selbst darin begriffen sind, oder sehr leicht dorein gerathen, mit oder ohne vorhergehende Weingährung: z. B. Hefen von saurem Weine, saurer Wein mit seinen Hefen selbst, Sauerteig, u. dergl.

§. 1069. Die Essiggährung des Weines besteht nicht in einem Verdunsten seines Alcohols, wie bey einer zu großen Einwirkung der Wärme darauf freylich wohl anders seyn kann; sondern er geht selbst in Essig über, und hat folchergehalts die Essigsäure vermehren.

§. 1070. „Nicht nur durch saure Gährung, sondern auch durch Schütteln und langes Zusammensein von Sauerstoffgas und wässerigem Weingeist, desgleichen durch trockne Destillation des Holzes und ähnlicher Körper läßt sich Essig erzeugen.“

„Paral. m. Vermerk, in dem Kuberze zu Jahn's Naturgesch. 18. Ernaach 13 §. 2.“

§. 1071. Der Essig ist noch nicht reine Essigsäure, sondern jeder Essig enthält immer noch außerdem mehr oder weniger fremdartige Theile. Die Essigsäure läßt sich, da sie flüchtig ist, durch Destillation des Essigs aus demselben

## E s s i g g ä h r u n g.

§. 1064. Wenn die vorher beschriebene Gährung des Weines oder der weinartigen Getränke zu lange unterhalten, oder der schon entstandene Wein in einer Wärme von 75 bis 85° F. unter dem Zugange der Luft erhalten wird, so geht abermals eine Mischungsveränderung vor, die seine vorige Natur ganz aufhebt und zerstört. Er verliert alle berauschende Kraft und wird offenbar sauer, oder zu Essig. Daher heißt diese zweite Mischungsveränderung die Essiggährung.

§. 1065. Der Wein wird bei dieser Veränderung erst trübe, und fängt auch wohl wieder an, merklich zu brausen, wenn er noch unzersehten Zuckerstoff enthält. Er wird auf der Oberfläche nach und nach mit einer kahnen Haut bedeckt, und eine gewisse Menge fadenartiger Materie trennt sich von ihm los, die sich nach und nach zu Boden setzt und eine Art Hefen bildet, die sogenannte Essigmutter. Ein Hautzustand ist nun, daß das Oxygen der atmosphärischen Luft, die hierbey über der Fläche des in Essiggährung begriffenen Weines steht, eingesogen wird. Die Flüssigkeit wird nach und nach wieder hell und klar, und ist nun sauer. Die Periode der Essiggährung dauert um desto länger, je kühler der Wein gehalten wird und je geringer der Zutritt der Luft ist.

§. 1066. Jedes gegohrne weinartige Getränk ist für sich selbst zur Essiggährung geschikt. Alle Säfte der Pflanzen, welche den Zuckerstoff in sich haben und also in Weingährung gehen können, werden daher zu Essig, nachdem sie die Weingährung überstanden haben; und diese geht auch in solchen Säften adema! vorher, ehe die eigentliche Essiggährung oder das Sauerwerden anhebt. Die Weingährung ist in denselben freylich um desto schneller vorübergehend, und um desto weniger bemerkbar, je geringer der Gehalt des Zuckerstoffs darin, oder je mehr er durch Was-

fer verdünnt ist, oder je mehr die Luft Zugang hat und die Temperatur erhöht ist.

§. 1067. Der Zuckersaft ist zwar die eigentliche Grundlage der weinigen Gährung; aber zur Essiggährung sind auch andere Substanzen fähig, wie der reine Schleim, die Stärke, die wesentlichen sauren Pflanzensäfte, die Gallerte, wenn sie bei der Verdünnung mit Wasser den Verdünnungen zu dieser Gährung unterworfen werden. Die Essiggährung setzt also nicht immer die Weingährung voraus, und ist nicht überhaupt als eine Folge der letztern anzusehen.

§. 1068. Bei solchen Dingen, die nicht sehr zur Essiggährung geneigt sind, befördert man dieselbe durch Hefgheime. Dahin gehören alle Substanzen, die entweder schon selbst darin begriffen sind, oder sehr leicht dazwischen gerathen, mit oder ohne vorhergehende Weingährung: z. B. Hefen von saurem Weine, saurer Wein mit seinen Hefen selbst, Sauerteig, u. dergl.

§. 1069. Die Essiggährung des Weines besteht nicht in einem Verdunsten seines Alcohols, wie bei einer zu großen Einwirkung der Wärme darauf freylich wohl geisteszen kann; sondern er geht selbst in Essig über, und hiefu solchergestalt die Essigsäure vermehren.

§. 1070. „Nicht nur durch saure Gährung, sondern auch durch Schütteln und lang's Zusammenfassen von Sauerkeßig und wässrigem Wangerste, desgleichen durch trockne Destillation des Holzes und ähnlicher Körper läßt sich Essig erzeugen.“

„Bergl. in. Berach. in dem Anhange zu Jahn's Kalksteinbrennen 1814. 3.“

§. 1071. Der Essig ist noch nicht reine Essigsäure, sondern jeder Essig enthält immer noch außerdem mehr oder weniger fremdartige Theile. Die Essigsäure läßt sich, da sie flüchtig ist, durch Destillation des Essigs aus demselben



vorstehen. Dieser destillirte Essig (*Acetum v. a. d. distilla-*  
*tum*) ist erst als reine Essigsäure (*Acidum aceticum*) an-  
 zusehen. Er ist farbenlos, völlig klar und durchsichtig, an-  
 genehm säuerlich von Geruch und Geschmack.

§. 1072. Die Essigsäure ist im destillirten Essig  
 durch sehr viele wässerige Theile verdünnt, die man durch  
 allerley Mittel davon zu scheiden gesucht hat. Da die Es-  
 sigsäure durch ihre Verbindung mit Alkalien, Erden und  
 Metalloxyden mehr fixirt wird, und folglich nun zuläßt,  
 daß das damit verbundene Wässerige durch Verdunsten da-  
 von geschieden werden kann, so giebt dieß ein Mittel, die  
 Essigsäure concentrirt darzustellen, wenn man sie davon durch  
 Schwefelsäure austreibt.

Die concentrirte Essigsäure heist auch radicaler Essig (*Acetum ra-*  
*dicale*.)

§. 1073. Die sehr stark concentrirte Essigsäure ist  
 in der Kälte krystallisirbar. Sie schiefet schon bei  $38^{\circ}$  R.  
 zu schönen federartigen Krystallen, die bei  $59^{\circ}$  F. flüssig  
 werden, und einen starken, höchst durchdringenden Essigge-  
 ruch in der Wärme zeigen. Diese Essigsäure ist nach dem  
 Erwärmen entzündlich, und verbrennt mit leichter, bläus-  
 licher Flamme.

§. 1074. Die Grundlage der Essigsäure ist, wie die  
 aller Pflanzensäuren, aus Kohlenstoff und Hydrogen zusam-  
 mengesetzt, und die Essigsäure ist also als eine Modification  
 anderer Pflanzensäuren anzusehen. Ihre Zusammensetzung  
 läßt sich am besten dadurch darthun, daß man sie durch ein  
 glühendes irdenes oder gläsernes Rohr treibt, wobei sie Hy-  
 drogengas und kohlensaures Gas liefert, was auch die dar-  
 aus mit einem fixen Alkali bereiteten Neutralsalze bei ihrer  
 trocknen Destillation thun.

§. 1075. Die Grundlage der Essigsäure unterscheidet  
 sich nicht in der Qualitte ihrer Grundstoffe vom Alcohol:  
 beide bestehen aus Kohlenstoff und Hydrogen; und das



Hauptgeschäft der Essiggährung muß also darin bestehen, diese Grundstoffe noch mit Orogen in Verbindung zu setzen und dadurch in eine Säure umzuwandeln. Die Erfahrung lehrt, daß Orogenes zur Essiggährung Bedingung ist, und daß es dabei verschwindet oder zerfällt wird, und daß folglich seine Basis eu gezogen werde. Der Alkohol des Weines und der weinartigen Getränke nemlich saugt allmählig dieses Orogen ein, und wird dadurch zur Essigsäure. Dazu trägt nun die Verbreitung des Alkohols unter vieles Wässerige des Weines und die Verbindung mit andern schleimigen und sauren Theilen bey. Denn reiner Alkohol wird an der Luft freylich nicht zu Essig; er wird es aber wirklich, wenn er mit vielem Wasser verdünnt in der Wärme nicht vom Zutritte der Luft ausgeschlossen ist. Auch läßt sich aus Alcohol und concentrirte Schwefelsäure Essigsäure künstlicher-weise erzeugen. Diesemnach ist die Essigsäure aus dem Weine bey der Essiggährung nicht ausgeschieden, sondern erzeugt; und die letztere besteht nicht in Verdunstung des Alkohols, sondern im Uebergange desselben in Säure. Es erklärt sich hiernach, warum der Essig um so besser werde, je geistiger der Wein war, woraus er entstand.

§. 1075. Gleichwohl macht der Alkohol nicht allein die Basis der Essiggährung aus; sondern andere im Weine befindliche Substanzen, wie Weinstein, Weinsäure und Schlamm, können ebenfalls darein verwandelt werden, und werden es auch, indem sie Orogen aus der Atmosphäre in sich nehmen, wodurch denn nun die Menge des Sauren im Essig noch vermehrt wird. Eben deshalb kann auch Essiggährung ohne vorhergehende Weingährung Statt finden, weil Substanzen, die der erstern fähig sind, nicht zur letztern geistig seyn können, wie Schlamm und Pflanzenäuren. Die Natur bewirkt bey der Essiggährung durch Orogenes langsam und allmählig, was die Kunst schneller und gewaltsamer, aber auch mit mehreren Verluste, durch Feuer,

oder Schwefelsäure, oder Salpetersäure ausströmt, wenn sie ihre Substanzen in Essigsäure umändert. Uebrigens müssen auch diese Stoffe, wenn sie Essigsäure erleiden sollen, durch genugsames Wasser verdünnt seyn.

Durch die Verdünnung des Weinsteins mit Wasser wird dessen chemische Leitungsfähigkeit erhöht und dadurch die Anziehung zum Sauerstoff befördert; vergl. m. Bemerk. zu Jahn's Malzschibranz m. a. a. O.

§ 1077. „Die Bestandtheile der Essigsäure sind, neueren Untersuchungen zufolge, im Hundert — 47,058 Kohlenstoff, 47,058 Sauerstoff und 5,884 Wasserstoff; oder 2 Kohlenstoff, 2 Sauerstoff, und 0,375 Wasserstoff. Demnach ist die Essigsäure zu betrachten, als etwas Wasser enthaltender kohlensaurer Kohlenwasserstoff (oder als kohlensaures blöndendes Gas.) Kr.“

### Einige andere Arten der Gährung.

§ 1078. Wenn man unter Gährung jede natürliche und von selbst erfolgende Veränderung der Mischung organischer Körper versteht, so muß man behaupten: daß sie bey der Ernährung und dem Wachstume der Pflanzen sowohl als der thierischen Körper höchst mannigfaltig Statt findet; daß alle Absonderungen davon bestehen und darauf beruhen, und daß das ganze vegetabilische und animalische Leben im Grunde ein gährungsartiger Proceß ist. Wir überlassen dieß indessen der Physiologie zur Untersuchung, und bleiben hier bey den Mischungsveränderungen der todtten physischen Substanz, zu denen wir oben freylich weder das Malzen des Getreides, noch das Reifen des Obstes rechnen können, weil hier die sich verändernde Substanz noch als lebend anzu sehen ist.

Man würde die G-ingen eines wichtigen und wohlbedachten Bedarfs sich zu erinnern, wenn man die Mischungsveränderungen im lebenden organischen Körper mit unter dem Worte Gährung bezeichnen wollte. Diese Mischungsveränderungen sind die Werkzeuge organischer Thätigkeit, die nach ganz andern Gesetzen erfolgen, als nach denen der anorganisch-chemischen. Unter Gährung versteht man noch dem allgemeinen und bestimmten Sprachge-

Manchmal sagt man, die Wissenschaften seien im Sinken begriffen. Aber das ist nur eine halbe Wahrheit. Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur.

Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur.

Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur.

Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur.

Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Wissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur. Die Naturwissenschaften sind im Sinken begriffen, weil sie sich nicht mehr mit der Natur beschäftigen, sondern nur mit der menschlichen Natur.

## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 633

hin anzutreffen sind, und erleiden erst in der Luft ihre endliche vollendete Zersetzung.

„Der eigentlich widerliche Geruch der aus faulenden Körpern entstehenden Gase, scheint zum Theil von flüchtigen, durch die Fäulniß erzeugten Oelen, abzuhängen. Kr.“

§. 1087. So entweichen also in und während dieser Fäulniß alle Grundstoffe, bis auf die erdigen, welche die Mischung der dazu geeigneten Substanz ausmachen, und treten theils in andern Verhältnissen, theils mit dem Wärmestoffe, zusammen; und so wird dadurch der vorige Körper ganz zerstört. Das Wasser und die Luft, die hierbei Bedingung sind, werden ohne Zweifel hierbei mit zersetzt, und ihr Oxygen ist dabei zugleich mit wirksam.

§. 1088. Abgehalten wird die Fäulniß durch alles das, was die zu ihrer Entstehung und ihrem Fortgange nöthigen Bedingungen entfernt. Die sogenannten fäulnißwiderigen Stoffe (*Antiseptica*) wirken auch nur auf diese Art, nicht durch eine eigene antiseptische Kraft, die eine *vis occulta* wäre. Zu den Mitteln, die Fäulniß abzuhalten, gehören: das Austrocknen, der Frost, das Ueberziehen mit Harzen, Balsam, Wachs, Oel, u. dergl., das Aufbewahren in Weingeist, das Einsalzen und Räuchern, deren Wirkung sich leicht erklären läßt.

*John Pringle some experiments on substances resisting putrefaction; in den Philos. transact., n. 495. 496. Einige Versuche mit Materien, welche der Fäulniß widerstehen, von J. Pringle; im neuen Hamb. Magaz. B. I. S. 500 ff. Experimental essays by Dav. Macbride, Lond. 1764. 8. Dav. Macbride durch Erfahrungen erläuterte Versuche über verschiedene Wurmstoffe, a. d. Engl. von Contr. Zahn, Zürich 1768. 8.*

§. 1089. „Ausschluß des luftförmigen Sauerstoffs, mithin auch der atmosphärischen Luft ist das Hauptmittel zur Verhinderung der Fäulniß; darum kann man Speisen u. Jahre lang unverdorben erhalten, wenn man sie in luftfreien, verschlossenen Gefäßen aufbewahrt. Kr.“

„Vergl. d. Gewerbekr. IV, B. — Neuere Beobachtungen haben gelehrt, daß beim Räuchern des Fleisches vorzüglich die mit brenzlich

flüchtigen Oer: als edurte Effluire (der lepen Kolgenz)  
 26. 17, welche den 12. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.

§. 1090. 2) Wenn die vorher (§. 1082.) genann-  
 ten Substanzen, die der eigentlichen Fäulnis fähig sind,  
 unter Wasser, also vom Zugange der Luft ausgeschlossen  
 liegen, so fangen die Erscheinungen der Fäulnis auch eben-  
 falls an, aber sie endigen sich anders. Es entwickeln sich  
 Gasarten, die, wenn sie in Höhlungen und im Zellgewebe  
 eingeschlossen bleiben, den Körper, wie j. V. Vesuvius,  
 anschwellen, so daß er specifisch leichter als Wasser werden  
 und darin zum Schwimmen gebracht werden kann, bis nach  
 Zerstörung und allmählicher Auflösung desselben an der Luft  
 das eingeschlossene Gas einen Ausweg findet, und der Vesu-  
 vius dann sinkt, ohne wieder empor zu kommen. Die Gas-  
 arten, die sich hierbei entwickeln, sind: Stickgas, und  
 nachher kohlstoffhaltiges Hydrogenos, nebst Ammonium.  
 Wird nun das Wasser, in welchem die darin aufgelösten  
 ausgasartigen Theile in die eigentliche Fäulnis bis zu ihrer  
 Zerkleinerung gehen würden und wirklich gehen, öfters ge-  
 wedelt: so hört endlich die Fäulnis der rückständigen Sub-  
 stanz auf, und diese zeigt nun die Natur eines Fettes, oder  
 ist zu einer wallrathähnlichen Materie geworden. Gih-  
 ber hat hierüber mehrere Versuche mit dem Fleische von  
 Thieren angestellt.

Ueber die Zerkleinerung des Fleisches in eine dem Wallrath sehr ähn-  
 liche Substanz, von Georg Smith Gibber; in Owen's neuem Jour-  
 nal der Physik, B. I. S. 156 ff. Ueber die Zerkleinerung des  
 Fettes in eine fettsäure, dem Wallrath ähnliche Materie, von  
 Phendernelben; ebendaf. B. III. S. 435 ff. „Owen's Chem.  
 V. III. 22.“

§. 1091. Es wird hierben also der Stickstoff und  
 Phosphor der faulenden Substanz geschieden, nebst etwas  
 Hydrogen und Kohlenstoff; aber der größte Theil der  
 letztern beiden bleibt zurück, und bildet die fertige Substanz,  
 die auch noch die organische Structur derjenigen zeigt, aus  
 der sie entspringt. Diese Art der Fäulnis ist also von der

## Schwere einfache Stoffe und ihre Verbindungen. 633

bis angutreffen sind, und erleiden erst in der Luft ihre endliche vollendete Zersetzung. Kr."

„Der eigentlich widrige Geruch der aus faulenden Körpern entstehendem Gase, scheint zum Theil von flüchtigen, durch die Fäulniß erzeugten Oelen, abzuhängen. Kr."

§. 1087. So entweichen also in und während dieser Fäulniß alle Grundstoffe, bis auf die erdigen, welche die Mischung der dazu geeigneten Substanz ausmachen, und treten theils in andern Verhältnissen, theils mit dem Wärmestoffe, zusammen; und so wird dadurch der vorige Körper ganz zerstört. Das Wasser und die Luft, die hierbei Bedingung sind, werden ohne Zweifel hierbei mit zersetzt, und ihr Oxygen ist dabei zugleich mit wirksam.

§. 1088. Abgehalten wird die Fäulniß durch alles das, was die zu ihrer Entstehung und ihrem Fortgange nöthigen Bedingungen entfernt. Die sogenannten fäulnißwidrigen Stoffe (Antiseptica) wirken auch nur auf diese Art, nicht durch eine eigene antiseptische Kraft, die eine vis occulta wäre. Zu den Mitteln, die Fäulniß abzuhalten, gehören: das Austrocknen, der Frost, das Ueberziehen mit Harzen, Balsam, Wachs, Del, u. dergl., das Aufbewahren in Weingeist, das Einsalzen und Räuchern, deren Wirkung sich leicht erklären läßt.

*John Pringle some experiments on substances resisting putrefaction; in den Philos. transact, n. 475. 496. Einige Versuche mit Materien, welche der Fäulniß widerstehen, von J. Pringle; im neuen Hamb. Magaz. B. 2. S. 500 ff. Experimental essays by Dav. Macbride, Lond. 1764. 8. Dav. Macbride durch Erfahrungen erläuterte Versuche über verschiedene Vorwürfe, a. d. Engl. von Court. Zahn, Zürich 1768. 8.*

§. 1089. „Ausschluß des luftförmigen Sauerstoffs, mithin auch der atmosphärischen Luft ist das Hauptmittel zur Verhinderung der Fäulniß; darum kann man Speisen 12. Jahre lang unverdorben erhalten, wenn man sie in luftfreyen, verschlossenen Gefäßen aufbewahrt Kr."

„Vergl. d. Chemisch. IV. B. — Neuere Beobachtungen haben gelehrt, daß beym Räuchern des Fleisches vorzüglich die mit brenzli-

plündern das achtbarte Schloss (der Kaiser Salpêtre) ist in, welcher man findet 15 17. Nach Kaiser's Bericht ist es, eine aufsteigende Bewegung des in geräucherter Mithen.

§ 1090. 2) Wenn die vorher (§. 1082.) genannten Substanzen, die der eigentlichen Fäulnis fähig sind, unter Wasser, also vom Zugange der Luft ausgeschlossen liegen, so tangen die Erscheinungen der Fäulnis auch ebenfals an, aber sie endigen sich anders. Es entwickeln sich Gase, die, wenn sie in Höhlungen und im Zellgewebe eingekerkert bleiben, den Körper, wie z. B. Leichname, anschwellen, so daß er specifisch leichter als Wasser werden und darin ganz schwimmen gebracht werden kann, bis nach Zerbrechung und allmählicher Auflösung desselben an der Luft das eingeschlossene Gas einen Ausweg findet, und der Leichnam dann sinkt, ohne wieder empor zu kommen. Die Gase, die sich hierbei entwickeln, sind: Stickgas, und nach der Kohlenstoffhaltigkeit Hydrogengas, nebst Ammonium. Wird nun von Wasser, in welchem die darin aufgelösten ausgasartigen Theile in die eigentliche Fäulnis bis zu ihrer Vollendung gehen würden und wirklich gehen, öfters geschüttelt: so hört endlich die Fäulnis der rückständigen Substanz auf, und diese zeigt nun die Natur eines Fetts, oder ist zu einer wasserhaltigen Materie geworden. Wiebner hat hierüber mehrere Versuche mit dem Fleische von Thieren angestellt.

Ueber die Verwandlung des Fettes in eine dem Talack sehr ähnliche Substanz, von Georg Smith geschrieben; in Green's neuem Journ. u. d. Physik, Bd. I. S. 125 f. Ueber die Verwandlung fester Substanzen in eine flüssige, dem Talack ähnliche Materie, von Wodanowski ebenda. S. 111. S. 459 f. „Smellie's Journ.“ S. 111. 2c.

§ 1091. Es wird hierbei als der Endstoff und Phosphor der faulenden Substanz betrachtet, und etwas Hydrogen und Kohlenstoff, oder der größte Theil der letztern beiden nicht zureichend, und bildet die fettsäure Substanz, die auch noch die organische Structur desers anzeigt, aus der sie entspringt. Diese Art der Fäulnis ist eine von der



vorigen zu unterscheiden, wenn gleich beide im Anfange mit einander übereinzukommen scheinen. Da man durch Maceriren des Fleisches in schwacher Salpetersäure eine ähnliche fertige Substanz daraus erzeugen kann, so scheint die eben angeführte Mischungsveränderung dadurch noch mehr bestätigt zu werden. Ubrigens ist das Wasser hierben nicht wesentlich notwendig, als in sofern es die respirable Luft ausseht; und so hat man denn auch bei eingescharrten Leichen jense Veränderung ihrer weichen Theile in eine wallrathähnliche Materie wahrgenommen, wo die Umstände und der Mangel mit eingeschlossener atmosphärischer Luft dieselbe verflatteten.

*Mémoire sur les différents états des cadavres trouvés dans les fouilles du Cimetière des Innocens en 1786. et 1787. par M. de Fourcroy. in den Annales de Chimie. T. V. S. 134 ff. Deuxième Mémoire; ebendas T. VIII S. 17 ff.*

„Als charakteristisches Kennzeichen der Verwesung thierischer oder überhaupt stickstoffhaltiger Körper, dient das Entstehen des Salpetersäure, z. B. im Dünge, in der Asche und Düngeerde und in den Salpeterplantagen. In Aschenscolat wird Säurebildung auf den kassia Linen 72 Stunden verweilenden Leberkammern 10, der Asche 100, daher die dort so häufige Salpetererzeugung; vgl. d. Experim. v. S. 1. 1. Heft.“

§. 1092. 3) Pflanzkörper, welche Eiweißstoff und Kleber enthalten, können desshalb ähnliche Erscheinungen geben, als die oben (§. 1082) erwähnten thierischen Stoffe in ihrer Zersetzung. Der Saleum, der Zuckerstoff, die wesentlichen sauren Salze, der säureartige Theil der Pflanzkörper, ändert indeß das Phänomen ihrer Zersetzung gar sehr ab, da sie selbst der vorhin erwähnten eigentlichen Fäulnis nicht fähig sind. Die Producte, die sich hierbei bilden, sind von denen der letztern wesentlich verschieden, wenn die Pflanzkörper keinen nähern Bestandtheil enthalten, worin Stickstoff und Phosphor sind. Es erzeugt sich dann nicht der höchst widerwärtige Geruch der Zersetzung thierischer Dinge, und kein Ammonium; das brennbare Gas, das sich dabei entwickelt, hat zwar einen unangenehmen Geruch, der aber vom fauligen verschieden ist; es ist kohlenstoffhaltig

zwar nicht in Abrede seyn, daß das Drogen der zugleich mit einwirkenden atmosphärischen Luft zur Bildung dieser Salpetersäure beitragen könne; hauptsächlich aber scheint mir doch das Drogen der verwesenden Substanz und ihrer Frucht selbst dazu beizutragen. — Ein Antheil des Hydrogens und der Phosphor werden zwar ebenfalls bei der Verwesung in Gasgestalt geschieden, aber auch nur allmählig; und es ist daher zwar ein modriger, aber doch kein eigentl. fauliger Geruch der verwesenden Substanzen wahrzunehmen, obgleich übrigens die leuchtenden Erscheinungen der Luft in Gegenden, wo Verwesung häufig Statt findet, davon heruleiten seyn möchten.

„Da bei der Verwesung sehr mehr oder weniger Elektricität erzeugt wird, und da viele der in dem ich von Salpetersäure und Kalk, durch anhaltendes Einwirken oder mittelst Durchdringen der Punkte in Salpeterminen zu verwandeln vermögen, so ist es wahrscheinlich, daß die Verwesungs-Elektricität bei der Erzeugung der Salpetersäure mittelst Verwesung den größten Wirkungs-Grund hat.“

§. 1096. Ein großer Antheil des Hydrogens, und derjenige Kohlenstoff, der nicht als kohlensaures Gas mit dem Drogen austreten konnte, bleibt bei der Verwesung mit andern feuerbeständigen Grundstoffen verbunden, und bildet nun das zweite Hauptproduct dieser eigenthümlichen Mischungsveränderung, nemlich die Dammmerde (Humos).

§. 1097. Diese Dammmerde ist keinesweges als eine eigenthümliche Erde, wie man sonst glaubte, sondern als wasserstoffhaltiger Kohlenstoff anzusehen, der freilich auch mit mehr oder weniger andern erdigen und salzigen Theilen verbunden seyn kann, nach Verschiedenheit der Mischung und Vermengung der verwesenden Substanz. Eben dieses Hydrogens und Kohlenstoffes wegen, den sie enthält, macht sie einen Nahrungsstoff der darin wachsenden Pflanzen aus; und die fruchtbarmachende Kraft des Düngers fürs Erntereich besteht hauptsächlich darin, daß derselbe durch Vermengung darin zur Dammerde wird, und also die Bestandtheile

als die Producte, die sich bilden, sind wesentlich von denen der wahren Gährung verschieden. Die Mischungseveränderung erfolgt weit unmerklicher und langsamer. Dies ist z. B. der Fall bei Leichnamen, die in die Erde gescharret sind: bei feuchten Pflanzen, die in großen Haufen zusammengetrückt liegen, oder auch in die Erde gescharret werden. Wenn hierbei viel atmosphärische Luft mit eingeschlossen ist, wie bei Leichnamen in Särgen, oder noch viel Feuchtigkeit da ist, so kann anfänglich die Periode der wahren Gährung eintreten, bis endlich diese wegen verminderter rückständiger Feuchtigkeit und mangelnden Orygenas aufhört, und die bloße Verwesung Statt hat. Feucht gleit und Luft, besonders die erstere, dürfen indessen auch bei der Verwesung, wenn sie vor sich gehen soll, nicht ganz mangeln, und die Temperatur der Substanz darf nicht unter den Gefrierpunkt gehen.

§. 1075. Bei dieser Verwesung treten wegen verschiedener Ursachen auch andere Wirkungen ein, als bei der eigentlichen Gährung. Die Grundstoffe der darin begriffenen Körper verbinden sich in andern Verhältnissen, als unter nicht verhalteten Einflüsse von Wasser, Wärme und Luft, wobei Gährung, gewissermaßen mit Ungeheuer, eintreten würde. Der Stickstoff, der bei der Gährung mit dem Hydrogen zusammen das Ammonium bildet, tritt bei der Verwesung mit dem Orygen zur Salpetersäure zusammen (s. d. Kun. zu §. 1091.), die als das Hauptproduct der Verwesung, besonders thierischer Stoffe, anzusehen ist, und bei der eigentlichen Gährung derselben (§. 1062) sich nicht erzeugt. Diese Salpetersäure muß sich aber bei der überhaupt nur allmählig fortschreitenden Verwesung auch allmählig, und eben deshalb unmerklich, nieder gesinken und verflüchtigen, wenn sie nicht eine Basis anreißt, durch die sie fixirt und bis zur Abnahme angehäuft werden kann, und so manchmal als Natriumsalpeter oder ediger Salpeter in ganzen Flocken ausfällt. Ich will

## Viertes Hauptst.

**E l e k t r i s c h e M a t e r i e .** 

---

**Einige vorläufige Thatsachen und Bemerkungen.**

## §. 1100.

Wenn man eine trockene Glasröhre, oder ein Stück Stängenschwefel, oder Bernstein, oder eine Stange Siegelack mit einem Stücke trocknen Flanell reibt, so findet man, daß leichte und kleine Stückchen Papier, Eisenfeil, Goldblättchen, kleine Korallstücken, u. dergl., von diesen geriebenen Körpern erst angezogen, hernach aber wieder zurückgestoßen werden. Ist die Glasröhre von einer länglicher Größe, und lange und stark genug gerieben worden, so dadurch, daß sie durch eine Maschine in einen schnellen Umlauf gebracht wird, und sich dabei an einem ledernen Riemen reiben muß; so macht sie, wenn man das Gesicht etwas nahe daran hält, die Empfindung, als wenn Staub wehen übers Gesicht gezogen würden. Man spürt einen süßlichen Geruch, fast wie nach Stenophorodorus; und rührt man ihr den Knöchel eines Fingers, so tritt ein leuchtendes Funke mit einem Geräusch hervor, der zu gleicher Zeit in dem Finger ein Stichen verursacht.

§. 1101. Diese Wirkungen einer noch nicht recht bekannten Ursach nennt man elektrische Erscheinungen (*Phaenomena electrica*), und den Zustand der Körper, worin sich diese Erscheinungen zeigen, Electricität (*electricitas*), womit man aber auch manchmal die Ursach selbst, die wir unterdessen elektrische Materie oder elektrisches

Sinn.

erzeugt, welche die Pflanzen bey ihrem Wachsthum daraus in sich nehmen. Uebrigens kann die Dammerde auch nach Beschaffenheit der mehrern oder mindern Vollerntung der Verwesung verschieden seyn, so wie die Verwesung einer Substanz durch völlige Austrocknung aufgehalten werden kann.

§. 1098. „Der Humus läßt sich übrigens mittelst Wasser der Dammerde entziehen und stellt dann ein eigens thümlich riechendes, extractartiges Gemisch dar, welches die Pflanzen ernährt, indem es durch Sauerstoffanziehung allmählig in Kohlensäure verwanbelt wird. Diese wird durch die Assimilationskraft der Pflanzen, unter Mitwirkung des Lichtes in der Pflanze, welche sie eingesogen hatte, größtentheils zersezt in Kohlenstoff, der mit Wasserstoff des mitzersezten Wassers verbunden der Pflanze als nährendes Theil verbleibt, während der Sauerstoff theils als Lebensluft, theils in Verbindung mit unzersezt gebliebenem Wasser und etwas Kohlensäure entweicht. Bis zur Erzeugung des Saamens, oder vielmehr der zur Saamenbildung nöthigen Blüthenheile, kann das zersezt werdende Wasser zur Nahrung der Pflanze, insbesondere der Gräser, und ähnlicher einfacher Gewächse hinreichen, zur Reifung der Frucht hingegen bedarf die Pflanze durchaus der fortdauernd in Erzeugung begriffenen Kohlensäure. Rr.“

§. 1099. „Die Zersezung des Wassers und des Humus in der Dammerde und des erstern und der Kohlensäure in der Pflanze, scheint vorzüglich durch die Electricität bedingt zu werden; vergl. Schübler's Abhandl. über die Natur des Bodens im D. Gewerbesfr. B. III. S. 345 ff. Rr.“

---

während daß man sie in der andern Hand hält, so giebt es keine Spur von den elektrischen Erscheinungen.

§. 1106. Diese Erfahrungen (§. 1102 — 1105) führen auf die Schlußfolge: daß das Metall, die Erde, der Mensch die elektrische Materie, von welcher die elektrischen Erscheinungen abhängen, leiten, oder sogleich auf ihrer Oberfläche oder durch ihre Substanzen weiter verbreiten; die Seide, das Glas, das Siegellack aber dieselbe nicht leiten, oder nicht fortführen, oder nicht durch sich sogleich durchlassen.

§. 1107. Man hat hiernach alle bekannte Körper in Leiter (Conductores) und Nichtleiter (non conductores) eingetheilt. Und weil die erstern durchs Reiben noch im gewöhnlichen Art nicht elektrisirt werden können, sondern wegen ihrer Leitung die durchs Reiben erzeugte Elektricität sogleich abführen: so hat man sie auch unelektrische (Corpora anelectrica), die letztern aber, welche durchs Reiben stark und merklich elektrisirt werden, eigentlich elektrische, an sich elektrische Körper (Corpora electrica) genannt.

§. 1108. Allein diese Einteilung in elektrische und unelektrische Körper ist nicht ganz genau und richtig: denn es können allerdings auch Metalle für sich durch Reiben elektrisirt werden, wenn man nur die Ableitung der erzeugten Elektricität verhindert. Es laufen auch die Gränzen der so genannten elektrischen und unelektrischen Körper so in einander, daß wir weder einen vollkommen elektrischen Körper, der die elektrische Materie gar nicht durch seine Substanz verbreitete, noch einen vollkommenen Leiter, in welchem die Elektricität auf keine Art erzeugt werden könnte, kennen. Jeder elektrische Körper ist vielmehr ein mehr oder weniger unvollständiger Leiter, und jeder Leiter ein mehr oder weniger unvollständiger elektrischer Körper. Die elektrischen Körper werden unter gewissen, oft zufälligen Umständen zu Leitern; und manche Körper sind eben so

unvollständige Leiter als Nichtleiter. Man nennt diese Halbleiter, z. B. trockene Marmorplatten, trockenes, nicht gewärmtes Holz.

§. 1109. Um indessen doch diejenigen Körper, in welchen, wie z. B. in dem Glase, die Elektricität leicht und merklich durch Reiben an andern schicklichen Körpern erregt werden kann, und welche die erregte Elektricität nicht so leicht fortführen, und, es sey durch ihre Substanz oder auf ihrer Oberfläche, nur mit Schwierigkeit verbreiten, von den andern zu unterscheiden, in denen das Gegentheil geschieht: so mögen die Benennungen der Nichtleiter für die erstern, und der Leiter für die letztern dienen, und wir werden dieselben auch in diesem Sinne brauchen.

§. 1110. Zu diesen Nichtleitern oder elektrischen Körpern gehören besonders: das Glas und die meisten Verglasungen, Bergkrystall, alle Edelsteine, der Turmalin, russisches Glas; alle Harze, besonders Copal, Colophonium, Pech, Gummilack, Fichtenharz; die Erdharze: Bernstein, Asphalt, Steinkohl, Schwefel, Wachs, Seide, trockene Baumwolle, Federn, Wolle, Haare, trockenes Elfenbein; die fetten und ätherischen Oele: Alcohol, gedörretes und sehr trockenes Holz, die vollkommenen Metalloxyde, und endlich die Luft, wenn sie nicht feucht ist.

§. 1111. Zu den Leitern müssen besonders gerechnet werden; alle regulinischen Metalle, das Wasser, der Nebel, der Rauch, alle wässerigen Säfte der Pflanzen und Thiere und ihre weichen Theile; tierische und vegetabilische Kohlen; alle Salzpaulungen; wässriger Weingeist; Naptha; feuchtes Holz; feuchte Luft; und vorzüglich unsere Erde. Glühendes Glas ist ebenfalls ein Leiter, so wie auch geschmolzenes Harz, heiße Luft, sehr erhitztes gedörretes Holz, da diese Körper sonst unter andern Umständen Nichtleiter sind. Auch die Feuerflamme ist ein Leiter.

„Ueber Wernan's scheinbare Verschiedenheit der Leiter; Gilbert's Ann D. XII. 1. S. 14.“

21.“



§. 1112. Um die Nichtleiter zu elektrifiziren, d. h., sie in den Zustand zu versetzen, daß sie die elektrischen Erscheinungen zeigen, dient vorzüglich das Reiben mit verschiedenen Materien, von denen wir gleich reden werden: und da sich die elektrische Materie auf diesen Nichtleitern nicht so leicht vertheilt, wie auf den Leitern, so zeigen sie jetzt Electricität. Sie heißen daher ursprünglich elektrische Körper (*Corpora id. electrica*).

§. 1113. Wenn man aber einen Leiter durch andern Nichtleiter von andern leitenden Materien absondert, oder, wie man sagt, isolirt, z. B. dadurch, daß man ihn an seidenen Schnüren aufhängt, oder auf Glas oder Harz, oder dergl. stützt (wie in dem Versuche §. 1102), und dann so dem hinlänglich elektrisirten Nichtleiter nähert oder damit in Berührung bringt, so wird er dadurch ebenfalls elektrisirt. Man sagt in diesem Falle, die Electricität des Nichtleiters gehe an den Leiter über, oder theile sich ihm aus. Man nennt diese Electricität des Leiters eine mitgetheilte (*Electricitas communicata, derivativa*), und unterscheidet sie von jener ursprünglichen der Nichtleiter (*El. orig. natia*). Die Leiter selbst heißen deswegen auch sympathetische Körper.

§. 1114. Da die Nichtleiter die mitgetheilte Electricität des mit ihnen verbundenen, oder durch sie isolirten Leiters nicht so leicht abführen, so zeigt er die elektrischen Erscheinungen. Da die trockene Luft ein Nichtleiter ist, so kann der zu elektrisirende Leiter darin isolirt werden: und wir würden, wenn sie es nicht wäre, gar keine mitgetheilte Electricität darin hervorbringen, überhaupt nichts von Electricität wissen. Feuchte und erdfeuchte Luft aber leitet: und daher gehen bey feuchtem Wetter die elektrischen Versuche nicht so gut von Statten, als bey trockenem; und in Zimmern, wo viel Personen sind, schlecht oder gar nicht. Ueberhaupt ist die atmosphärische Luft, weil sie nie von leitenden Stoffen frey ist, ein ziemlich unvollkommener Nichtleiter.

§. 1115. Wenn man einen isolirten elektrisirten Leiter mit einem andern, nicht isolirten Leiter berührt, so verliert jener seine Elektricität ganz und auf einmal; ein ursprünglich elektrisirter Nichtleiter verliert seine Elektricität nur durch wiederholtes Berühren, und der allmähige Verlust seiner Elektricität trifft jedesmal nur die berührte Stelle.

§. 1116. Ein Nichtleiter entzieht dem isolirten elektrisirten Leiter wenig oder nichts; und um ihn durch Mittheilung zu elektrisiren, muß man ihn an mehreren Stellen berühren, und doch nimmt er die Elektricität nur mit Schmelze an.

§. 1117. Die Quantität der mitgetheilten Elektricität unter isolirte Leiter von einerley Materie richtet sich der Erfahrung zu Folge nicht nach ihren Massen, sondern nach ihren Oberflächen und der Ausdehnung in die Länge.

G. L. Nobbenbergers Beiträge zur theoretischen und praktischen Elektricitätslehre Bd. II. Stuttgart 1793 S. 46 ff.

„Sehr dünne Drähte leiten auch bei großer Länge unvollkommen. Es bedarf eine gewisse Menge von Materie erfordert sich zu legen, um ein zur Ansammlung der Elektricität hinreichendes Anziehungsvermögen entgegen zu können. Jedoch leiten auch sehr dünne Drähte lebender Menschen und Thiere sehr gut. — Ueber Leitung und Elektricität: Erzeugung und Mittheilung vergl. auch m. Krieger in die neuere Chemie S. 294—309. Kr.“

§. 1118. Das elektrische Fluidum, das einem leitenden Körper mitgetheilt wird, wird lediglich nur auf der Oberfläche desselben verbreitet, ohne in sein Inneres einzudringen.

Coulomb's Abhandl. über die Elektricität; im neuen Journal der Physik. V. III. S. 53.

„Aber auch die Oberfläche der inneren Kristallblättchen und Luft des inneren Hohlraums leitet; daher leiten die hohlen Körper auch mehr oder weniger nach den Durchgängen ihrer Blätter, nach den Abständen insäulige Sprünge und Ähnliche. — Wo das elektrische Fluidum innerhalb eines Leitenden, z. B. des Wassers (von dem es auf abwärts Weise wie die Luft absorbiert wird) aus Mangel an hinreichender Leitung sich sammelt, so ist es als chemisches Agens. Kr.“

§ 1219. In Ansehung der Quantität des elektrischen Fluidums, welche Leiter von verschiedener Art aufnehmen fähig sind, hat Coulomb das merkwürdige Gesetz entdeckt: daß die Vertheilung des elektrischen Fluidums unter Leiter von verschiedener Art, und übrigens gleicher und ähnlicher Gestalt, ganz einerley ist, die Natur dieser Körper mag seyn, wie sie will. So z. B. tritt eine isolirte Kugelförmerne Kugel genau die Hälfte ihrer Elektricität an eine isolirte Kugel von Hollundermark ab, wenn diese von gleichem Durchmesser ist.

Coulomb a. N. S. 57 ff.

„Ben die so vertheilten Elektricitäten der Körper wird es mir schwer, dieses Gesetz als allgemein richtig anzuerkennen.“ §.

„Vergl. die Ann. zu §. 1218.“

St.“

§ 1220. Durch die Mittheilung werden die isolirten Leiter elektrisirt, nicht nur, wenn sie mit elektrisirten Körpern in unmittelbarer Berührung sind, sondern auch dann, wenn sie ihnen auf eine gewisse Weite genähert werden. Ist das genäherte Ende des Leiters stumpf, oder abgerundet, so entsteht, wenn er dem elektrisirten Körper nahe genug kommt, ein Funke, der nach der verschiedenen Stärke der Elektricität mit einem größeren oder geringern Geräusche oder Knalle sichtbar hervorbricht. Die Weite, in welcher dieß geschieht, heißt die Schlagweite, und sie ist, alles Uebrige gleichgesetzt, desto größer, je stärker die Elektricität des elektrisirten Körpers ist. Wenn der elektrisirte Körper ein Nichtleiter ist, so ist der Funke nur schwach, und die Schlagweite nicht so groß, als bey einem elektrisirten isolirten Leiter. Ist in diesem Falle der Leiter, mit welchem man den Funken herauslockt, isolirt, so vertheilt sich die Elektricität nach Maßgabe der Oberfläche der Leiter; ist er aber nicht isolirt, so zeigen beyde nach dem Ausbruche des Funkens keine Elektricität weiter.

§ 1221. Wenn das genäherte Ende des Leiters zugespitzt ist, so geschieht der Uebergang der Elektricität durch

ein Ueberströmen, das bey schwachen Elektricitäten wenigstens im Dunkeln entweder in Gestalt eines Lichtpunktes oder eines Feuerbüsche's erscheint. Die Aërte, in welcher hier der Uebergang der Elektricität geschieht, ist weit beträchtlicher, als bey Mittheilung durch Funken, und kann sich bey starken Elektricitäten auf eine sehr beträchtliche Weite erstrecken. Bey nicht schwachen Elektricitäten ist dieses Ueberströmen durch Spitzen mit einem merklichen Geräusche begleitet.

§. 1122. Eben so leicht, als die elektrische Materie in Leiter durch Spitzen derselben überströmt, so leicht strömt sie durch dieselben auch wieder aus den isolirten Leitern aus, und ein elektrificirter isolirter Leiter, der mit Spitzen versehen ist, verliert seine Elektricität sehr bald, und viel früher als ein abgerundeter.

§. 1123. Bey dem Ausströmen der Elektricität aus den Spitzen eines isolirten Leiters nimmt man auch zugleich durchs Gefühl eine Bewegung wahr, wie ein Blasen, das aber aber allezeit von der Spitze ausgeht.

§. 1124. So verhindert auch eine leitende unisolirte Spitze, die man in der Nähe eines isolirten Leiters hält, die Anhäufung der dem letztern zugeführten Elektricität, und führt diese schnell und stark ab.

§. 1125. Wenn man einen isolirten Leiter elektrificirt, so wird die Elektricität sich darauf verbreiten, bis sie das Maximum ihrer Anhäufung oder Dichtigkeit, oder Intensität erhalten hat, das der Leiter vermöge seiner Capacität erhalten kann. Was nun dem Leiter noch weiter von elektrischer Materie zugeführt wird, theilt sich nach und nach der ihn umgebenden Luft mit. Die Luft ist zwar ein Nichtleiter (§. 1110), aber ein ziemlich unvollkommener. Die umgebende Luft wird also auch nach und nach elektrificirt, obgleich um desto langsamer, je trockener sie ist, oder je weniger sie leitet. Dieß ist es aber nicht, was man mit Frank-

lin die elektrische Atmosphäre nennt, und was Depinuz und Volke mit dem Namen der elektrischen Wirkungskreise bezeichnen. Diese sind der Raum um den elektrisirten Körper herum, in welchem sich das elektrische Anziehen und Abstoßen äußert.

Dohnenberger's Verträge zur theoret. u. pract. Electrostatik. St. I. Stuttgart 1795. S. 20 ff. St. II. S. 155 ff.

Die elektrischen Atmosphären entstehen auf andere Art, als durch Reibung, nämlich durch Verteilung der natürlichen elect. Materie der Luft, wovon erst in der Folge das Weitere vorzukommen wird.

§ 1126. Wäre die Luft ein vollkommener Leiter, und wären es auch die andern Substanzen, die man zum Isoliren braucht, so würde ein elektrisch geladener Leiter sein Maximum der Elektricität ungeschwächt erhalten. Da jenes aber nicht ist, so verliert er seine Elektricität allmählig. Coulomb hat durch seine Versuche gefunden, daß, wenn der Zustand der Luft derselbe bleibt, das Verhältniß der durch sie verlorengehenden Elektricität eines Leiters zur mittleren Intensität eine beständige Größe bleibt. Er hat ferner in Beziehung auf die Verbreitung der Elektricität über die isolirenden Substanzen entdeckt, daß zur vollkommenern Isolirung des Leiters die Längen der isolirten Träger sich wie die Quadrate der Intensität der Elektricität des Leiters verhalten müssen.

Coulomb o. a. O. S. 55 f. S. 57.

„Géral. Laplace und Poisson in den Mem. de l'Institut. 6. 1799 und Vol. a. a. O. S. II. S. 244. 21.“

## Die Elektrisirmaschine.

§ 1127. Jetzt können wir nun von den bisher angeführten Thatsachen Gebrauch machen, um daraus die Erfordernisse und Einrichtung der Elektrisirmaschinen zu beurtheilen. Die wesentlichen Theile derselben sind: 1) der elektrische Körper, der Reiber, aus einer nicht leitenden

den Materie, der durch eine bequeme Vorrichtung zu einer mäßig schnellen Bewegung gebracht, und vermittelst dessen durchs Reiben die Elektricität leicht erregt wird; 2) das Reibzeug selbst; und 3) der isolirte Leiter, den man auch wohl den Hauptleiter, den ersten Leiter, oder schlechtweg den Conductor nennt, und dem die durchs Reiben entwickelte Elektricität zugeführt wird. Er ist deswegen nöthig, daß man aus ihm starke Funken oder starke Uebergänge der Elektricität erhalte, weil diese aus dem geriebenen Nichtleiter nur allmählig schwach sind (§. 120.)

§. 1128. Da es mancherley Nichtleiter giebt, die zur Erregung der Elektricität geschickt sind (§. 1110.), so hat man auch mehrere davon zu dem Reiben der Elektrisirmaschinen vorgeschlagen und angewendet. Nach der Verschiedenheit dieser elektrischen Körper hat man daher Glasmaschinen, Zeugmaschinen, von wollenem Zeuge, gefirnissetem Lösser, Hartmaschinen, u. a. Das ist aber wohl ausgemacht, daß die Glasmaschinen in Ansehung der Bequemlichkeit und Wirksamkeit vor allen andern den Vorzug verdienen. Grünes und hartes Glas hat Vorzüge vor weißem und weichem Glase (weil es einer größeren Politur fähig ist; denn mattgeschliffenes Glas verhält sich zu glattgeschliffenem ähnlich dem Reibzeuge, s. weiter unten. *Re.*) In Ansehung der Form, in welcher man das Glas als Reiber anwendet, hat man Kugelmachines, Sphäroidmaschinen, Cylindermachines und Scheibenmaschinen. Die beyden ersten Arten sind jetzt mit Recht obsolet geworden, da man dem Reitzzeug die dazu nöthige Krümmung nicht gehörig geben kann; und man ist bey den beyden letzten Arten, als den vortheilhaftesten und bequemsten, stehen geblieben. Wenn man die Zerbrechlichkeit der Glasescheiben, die Unbequemlichkeit bey der Befandlung ihrer Reibzeuge, die Unvollkommenheit der Polirung der Reibzeuge dabey, und ihren hohen Preis bedenkt: so kann man wohl nicht anstehen den, Glas-cylindern den Vor-



zug vor den Scheiben einzuräumen. (Eine Cylindermaschine von 2 1/2 Zoll leistet fast so viel als eine Scheibe von 2 1/2 Z., in dessen sind zu sehr ins Große gehenden Versuchen saglich nur überall gleich dicke und vollkommen glatte und blasenfreie Scheiben brauchbar, deren Zerfahrungen verhütet wird, wenn man zwischen Metallfassung und Glas gleich dickes feines Leder anbringt, und die Scheiben vor dem Versuche nicht zu stark und am besten durch das Sonnenlicht erwärmt. Kr.)

Ich kann mich hier nicht in eine detaillierte Beschreibung der Einrichtung der verschiedenen Elektrisirmaschinen und des dazu gehörigen Apparates eingelassen, sondern ich verweise in dieser Hinsicht auf folgende Schriften:

Vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität, nebst eigenen Versuchen, von Liberius Cavalleri, aus dem Engl. v. Kallane Leipzig 1745 8.

John Kuchersons Abhandlung von der Elektricität, nebst einer neuen Beschreibung der dazu gehörigen Werkzeuge und Versuche, aus dem Holländischen v. Kallane 1756. 8. Dritte Fortsetzung, ebend. 1756. 8.

Uebersicht über die Elektricität, worin Theorie und Ausübung neuer Thatsachen durch eine Reihe methodisch geordneter Experimente erläutert wird, von Georg Adams; aus dem Engl. Kallane 1745. 8.

H. C. Bodeners Beschreibung einiger Elektrisirmaschinen und elektrischen Versuche, Stuttgart 1783. 8. I. — IV. Fortsetzung, ebend. 1791. 8.

Beschreibung einer neuartigen großen Elektrisirmaschine, und der damit im Leipziger Museum zu Halle angestellten Versuche, durch Martinus van Marum, aus dem Holländ. Kallane 1795 4. Erste Fortsetzung, aus dem Holl. Kallane 1795 4. Die zweite erschien in holländische und französische Fortsetzung: Seconda Continuation des Papiers sur la force et le mouvement de la Machine electrique de Marum, par M. de Marum, à Harlem 1795 4., ist auch nicht ins Deutsche übersezt.

Beschreibung einer neuen einfachen und vortheilhaften Elektrisirmaschine, von van Marum; in Poggendorfs Journ. der Physik, B. IV. S. 38. Gilberts Ann. B. XLIII. S. 908.

Beschreibung einer sehr vortheilhaften neuartigen Elektrisirmaschine, von Kallane; in Poggendorfs Magazin für das Neue aus der Physik, B. VII. St. 3. S. 73 ff. Weitere Beschreibung derselben von M. J. Wied; ebend. St. 4. S. 77 ff.

Versuche und Beobachtungen über die Elektricität, von W. G. Kallane; in Grews Journ. der Physik, B. III. S. 49 ff.

Beschreibung einer neuen sehr vortheilhaften Elektrisirmaschine, von L. C. Kallane; in Poggendorfs Magazin für das Neue aus der Physik, B. I. St. 1. S. 23 ff.

Beschreibung einer neuen Elektrisirmaschine, von G. W. Kallane, in Poggendorfs Journ. der Physik, B. VII. S. 39 ff.



Beschreibung einer sehr wirksamen Elektrirmaschine, von Georg. Seitz. Greifeld, Nürnberger 1757. 4.

, Grimm Ueber die Elektrirmaschine d. Herz. Heint. von Württemberg; Silberrn. Ann. B. IV. S. 359. 8r."

„Wenn von Maschinen militärer Größe die Rede ist, so halte ich es für möglich, ein bestimmtes Urtheil über den Vorzug dieser oder jener Einrichtung zu fällen. Dem einen Mechanikus scheinen die Schreibmaschinen besser, einem andern die Colinders oder Kugelmaschinen. Hat man nicht besondere Zwecke, so thut man, inquantum Erachtet, am besten, dem Rathe besonnenen Kunstlers zu folgen, bey dem man arbeiten laßt. 8r."

§. 1129. Damit die in dem Glaserhader der Elektrirmaschine eingeschlossene Luft durch ihre Ausdehnung beim Warmwerden des Colinders nicht zum Zerbrechen desselben Gelegenheit gebe, ist es nöthig, durch ein Loch in einer der Hauben seiner Hülse den freien Aus- und Eintritt der Luft zu verstaten. Die innere Seite der Colinder übersieht man auch vortheilhaft, zur Verhütung des Anhängens der Feuchtigkeit an die innere Glasfläche, mit einem porzigen Ueberzuge. Die eiserne Achse muß nicht durch den Cylinder gehen, um dadurch nicht Elektricität zu binden; und aus eben dem Grunde finde ich es daher auch nicht tauglich, Colinder mit eingeschlossener verdünnter Luft anzurenden.

Man behauptet zwar jetzt, daß es besser sey, auf der innern Fläche des Colinders eine leitende Substanz anzubringen, weil dann desto mehr Elektricität auf der äußern Fläche ansammelt werden könne, woson die Gründe sich erst aus dem weiler unten Folgenden ergeben werden. Allein, wenn dadurch gleich die Elektricität der äußern Fläche nur Elektricität wächst, so vermindert dadurch doch auch die Intensität der Elektricität ab. Allerdings aber würde es vortheilhaft seyn, der Fläche des Reibzeuges gerade gegenüber, und nirgends anders, als der innern Fläche eine leitende Substanz anzubringen.

„Ein Ueberzug der innern Fläche mit Piegelad oder Bismuth thut gute Dienste, so lange er neu ist, und überall feßligt, wird aber sehr nachtheilig, sobald er sich abloset. 8r"

§. 1130. Zum Reibzeuge bey den Glasmachines nahm man sonst lederne Kissen, die man mit Haaren stopfte. D. Tösch hat bey den gläsernen Cylindermaschinen mit mehrerm Vortheile ein dünnes, mit Pferdehaaren ausgestopftes seidenes Kissen vorgeschlagen, das mit der einen Seite an ein nach der Krümmung des Cylinders eingerichtetes

tes hölzernes Gefäß befestigt, und mit einem hieran befestigten und mit einem Zinkamalgama und etwas Fett bestrichenen Leder nur bedeckt ist, an dessen andern Ende sich ein Stück Wachsauffent befindet, der einen Theil des Cylinders umgibt. Um das Riffen bequem an den Cylinder zu drücken, dienen Stahlfedern, oder noch besser seidene Schnüre die an dem andern, freyen Ende des Riffens befestigt, über den Cylinder gezogen, und an einem bequemen Orte des Tisches, worauf die Maschine steht, hinlänglich angespannt werden. Bequem ist es, wenn man das Reibzeug auch ischeeren kann; und dieß geschieht am besten dadurch, daß man das Brett, worauf das Riffen ruhet, auf eine hinlänglich starke gläserne Säule setzt, die man auch wohl noch mit Blech oder Siegestack auszieht und überzieht. Um diese Vorrichtung aufzuheben, hängt man an das Gefäß des Riffens einen Metalldrath, der bis auf die Erde reicht.

Capit. 8. 4. D. S. 106.

Das Zinkamalgama besteht aus 5 Theilen Zink, und 1 Theil Quecksilber. Man schmelzt das erstere, und gießt dann das Queck. darzu, entfernt das Gefäß von Feuer, und rührt alles wohl um. Das fertige Amalgama reibt man etwas in einem porzellanen Mörser zerkleinert, und mit etwas Walölitz zusammen, und streicht es auf das Leder auf. So ist das Amalgama auf dem Leder fest und trocken wird, muß man es entweder abtragen, oder neues auftragen.

„Das vorerwähnte Amalgama ist das Kennzeichen, aus 1 Theil Quecksilber, 1 Theil Zink und 1 Theil Zinn. Man siehe Petersen's Vorles. Th. V. S. 19.“

Eine vortheilhafte Einrichtung der Schreibmaschine für Schreibern Maschinen beschreibt van Marum: in Graa's Journal der Physik. Th. II. S. 167 ff. Th. VI. S. 70 ff.

§ 131. „Bei Schreibmaschinen bestehen die Reibzeuge am besten aus einander gegenüber befestigten, durch die zwischen ihnen bewegliche Scheibe von einander getrennten, hinreichend starken Bretchen, welche zunächst mit feinem wollenen Zeug (Cosin) und darüber mit dünnem Kalb- oder Rehlleder (vollkommen glatt und überall gleich gespannt) überzogen sind. Das Leder wird hierauf mit Zinkamalgam bestrichen, und wenn dieses vollkommen getrocknet, mit einer einzigen dünnen Lage Feinsteinseife überzogen; im Uebrigen aber wie beim Reibzeuge der Co-

lindermaschine verfahren. Vortheilhaft (Wegfalls der Zusammenhaltung der am Glase durch Reiben erzeugten Electricität) ist es, wenn man die vom Reibzeuge nicht umfagte Glasoberfläche durch Tuffent oder Lederflügel umspannen läßt, welche nach der Glasfläche zu mit Wachstauffen bekleidet sind und bis an die sogen. Saugspitzen oder Saugröhren des Conductors reichen.

„Zinger, dessen Elemente der Electricität und Electrochemie 1c. überl. von L. G. Müller, Breslau 1819 8. 8. 59 Bogen) empfiehlt ein Amalgam aus 1 Unzen Zinn, 6 Unzen Zinn und 7 Unzen Quecksilber, von denen das letztere erst bis 300° R. erhitzt werden muß, bevor das geschmolzenen Metalls damit verm. wird. — Man legt zwischen Zinnblech und Glas ein Stück trocknes feines weisses Papier, worin ich den wohl lönne andauernden Versuchen und den damit verbundenen Erwärmung ebenfalls vortheilhaft gefunden habe. — Als led. Holzwerk der Electrischen Maschine vollkommen trocken, am besten im Wacsern ausgetrocknet und dann mit darghaltigem Oel n. h. gesalbt werden kann, auch müssen an den Verbindungen alle Rauhigkeiten, vorprimärte Ranten z. dergl. ganz abgerieben werden R.“

„Außer der Reibung, erzeugt auch der Druck, z. B. können über einander geschichteter Kalk path., El. mmer, das 10. Blattchen befaßt die Mengen von Electricität. Die durch Temperaturwechsel, Belüftung, Berührung ungleichartiger Leiter, organische Leiter, organische und anorganische Kräfte, mechan. Bewegung 1c. „Electricität“ erzeugt werde, s. weiter unten, Zinger a. a. O. und meine Einleitung in d. Chem. a. a. O., so wie auch daselbst S. 113 u. f.

§. 1132. Der erste Leiter oder Conductor der Maschine (§. 1127.) ist ein bleiberner Cylinder, der an dem einen, dem electrischen Reiber zugewendeten Ende mit mehreren Eichen, dem Zuleiter, versehen, sonst aber, um das Ausströmen der Electricität aus ihm zu verhüten, als senkhalben aufs genaueste abgerundet, und ohne scharfe Ecken und Konten fern muß. Man befestigt an dem hintern und äußersten Ende desselben auch wohl noch eine messingene Ausgel, und überzieht das Uebrige, den Zuleiter ausgenommen, um das Oxidiren der Oberfläche zu hindern, sehr dünn mit Firnis. Dieser erste Leiter muß nothwendig isolirt sein, wenn er elektrificirt werden soll; und man stellt ihn befeuchtet mit den unten an ihm befestigten metallenen Hauben, die wohl abgerundet seyn müssen, auf hinlänglich langes

ge und starke Glassäße, die man auch wohl mit einem Firniß überziehe und mit Wachs ausgießt. Nicht so sicher und fest hängen ihn Manche an seidenen Schnüren auf. Große Leiter macht man auch wohl von Holz oder Pappé, die man mit Zinnfolie überzieht.

§. 1133. Außer diesem ersten Conductor ist es gut, wenn man noch mit einem zweiten versehen ist, den man von der Decke des Zimmers herab an seidenen Schnüren aufhängt, und den man durch eine Kette mit dem leitenden Gestelle des isolirten Reibzeuges in Verbindung setzen kann.

§. 1134. Damit die Versuche mit der Elektrisirungsmaschine gut von Statten gehen, müssen alle Theile derselben von Staub und Feuchtigkeit befreiet seyn; sie selbst muß nicht in zu großer Nähe von ableitenden Gegenständen, und die Luft muß nicht zu feucht seyn. (Zweckmäßig ist es, alle Theile der Conductoren mit feinem Codaltrien.ß sehr dünn zu überziehen; sie leiten dann nicht schlechter als unzerstörte und bleiben reiner. *Er.*)

§. 1135. Wegen der Mittheilung der Elektricität an die umgebende Luft (§. 1110.), zumal wenn diese feucht ist, wird bei einer schwachen Wirksamkeit der Maschine die Anhäufung auf dem Leiter weit geringer seyn müssen, als bei einer wirksamen Maschine auf einem gleich großen Leiter bei übrigens gleichen Umständen der Luft und Zimmertemperatur der Luft seyn wird. Bei einer schnellen und starken Wirksamkeit der Maschine kann die in Ueberschuß dem Leiter zuegeführte elektrische Materie entweder nach dem Reibzeuge zurückgehen, oder nach andern leitenden Theilen der Maschine sichtbar abströmen. Uebrigens erhellt aus den vorher angeführten Thatsachen, daß es für die Wirksamkeit jeder Maschine ein gewisses Maß der Größe des Leiters geben müsse, welches das vortheilhafteste ist.

## Elektrische Erscheinungen mit der Elektrisirmaschine ohne Verschlussschleife.

§. 1136. Man hebe die Isolirung des Reibzuges auf; man nehme den Conductor von der Maschine ab, und bringe den Cylinder in Umlauf. Man wird jetzt schon in beträchtlicher Entfernung vom letztern die Empfindung erhalten, als wenn einem Spannen über's Gesicht gezogen würden; und der besondere Geruch wird sich weit stärker verbreiten, als wenn der Conductor der Maschine daran applicirt ist. Hält man die Knöchel des Fingers in die Nähe des umlaufenden Cylinders, so brechen ohne Unterlaß knisternde Funken aus ihm hervor, die aber nur kurz und klein sind.

§. 1137. Man setze den Conductor auf seine Träger und elektrisire, wie vorher. Nähert man jetzt dem elektrisirten Conductor den Knöchel des Fingers, oder einen andern gehörig abgerundeten Leiter, so bricht ein weit stärkerer Funke mit einem stärkern Schalle und lebhaftern Lichte hervor. Die Geschwindigkeit des Uebergangs des Funken ist so groß, daß man nicht unterscheiden kann, ob er aus dem Conductor, oder dem ihm genäherten Leiter, oder aus beiden zugleich komme. Der Funke ist gerade, wenn er nur kurz ist; bey einer größern Länge hingegen geschwänget.

„Von der ersten Geschwindigkeit des Funken ist ohne Zweifel seine gerade oder schwängete Gestalt nur die Nothwendigkeit; er selbst ist vermulich kurz und, oder langlich elliptisch. 3.“

§. 1138. Die Länge und Stärke der gezogenen Funken hängt allerdings von der Wirkksamkeit der Maschine ab; indessen hat doch die elektrische Atmosphäre und die Größe des genäherten Leiters darauf Einfluß. (Am längsten ist der von einem positiven zu einem negativen Conductor überströmende Funken. Kr.)

Durch Hülfe einer Nadelstiche, die man zwischen dem Daumen und dem Zeigefinger legt, zieht man Funken aus dem Conductor zu ziehen, sieht Dohnerberger: Beiträge zur theorie und praxis Electricität. Bd. IV. Stuttgart. 1795. S. 92 ff. „Vor a. a. O. B. II. S. 558 Kr.“

§. 1139. Man hänge einen zweiten Conductor an seidenen Schnüren auf, und nähere ihn isolirt dem ersten elektrisirten Conductor: so bricht auch zwischen beiden ein Funke hervor, und der zweite Conductor ist nun elektrisirt.

§. 1140. Eben so wird der zweite isolirte Conductor auch elektrisirt, wenn er mit dem ersten elektrisirten Conductor durch eine metallene Kette in leitender Verbindung ist.

§. 1141. Er wird hingegen nicht elektrisirt, wenn er durch ein hinreichend langes seidenes Band damit in Verbindung ist.

§. 1142. Es trete eine Person auf einen trockenen Holzstücken, und fasse eine Kette in die Hand, die mit dem Conductor der Maschine connectirt. Wird nun elektrisirt, so zeigt die Person die Erscheinungen eines elektrischen Conductors.

§. 1143. Man lasse in der Nachbarschaft des Conductors ein Korkkügelfchen an einem feuchten Zwirnsfaden herabhängen, und elektrisire dann. Das Korkkügelfchen mit dem Faden wird sogleich aus der vertikalen Lage gebracht und gegen den Conductor hingezogen, auch schon in beträchtlichen Entfernungen.

§. 1144. Man besetze den feuchten Faden, woran das Korkkügelfchen hängt, unmittelbar an den Conductor, und elektrisire. Jetzt wird das Korkkügelfchen sich gegen den ihm genäherten Leiter zubewegen, oder von ihm schon in beträchtlicher Entfernung angezogen werden.

§. 1145. Man hänge zwei Korkkügelfchen an einem feuchten Zwirnsfaden unmittelbar an den Conductor, so daß sie parallel herabhängen, so werden sie beim Elektrisiren divergirend aus einander gehen. Eben so sträuben sich auch die Haare eines Haarbusches, seine haarförmige Glasfäden, die an dem Conductor der Maschine hängen, divergiren aus einander.

§. 1146.



§. 1146. Ein Korkkugelnchen, das an einem seidenen Faden hängt, also isolirt ist, dem elektrisirten Conductor genähert, wird davon erst bis zur Berührung angezogen, dann aber sogleich abgestoßen, und bleibt abgestoßen.

§. 1147. Man lege ganz kleine Papierschnitzelchen oder Sägespäne in eine metallene Schale, die auf dem Conductor steht, und elektrisire, so werden jene ganz weggestreuet.

§. 1148. Ein Korkkugelnchen, das, an einem seidenen Faden hängend, von dem elektrischen Conductor der Maschine streng abgestoßen bleibt (§. 1146.), wird von einem ihm genäherten nicht isolirten Leiter angezogen, und nach der Berührung damit wieder vom Conductor, und so wechselseitig fort; oder es spielt zwischen beidem bis zur Berührung beständig hin und her.

Hierher gehört:

Der elektrische Spinne,

Der Tanz der papiernen Puppen.

Das elektrische Glodenspiel.

§. 1149. Wenn man eine oder mehrere leuchtende Spitzen auf dem Conductor befestigt, so wird die Intensität der ihm mittheilenden Elektricität dadurch geschwächt. Man sieht eine Art von Wind aus den Spitzen, und man sieht im Dunkeln, den nicht zu schwacher Wirkbarkeit der Maschine, an der Spitze einen leuchtenden Feuerbüschel, dessen Strahlen von der Spitze ausgehen (§. 1121.).

„Der Feuerbüschel ist bei einer etwas stumpfen Spitze viel sichtbarer, als bei einer spitzulaufenden.“ §.

§. 1150. Wenn man eine leitende Spitze in die Nachbarschaft des Conductors hält, so wird die Intensität seiner Elektricität dadurch ebenfalls sehr geschwächt, und man sieht im Dunkeln an dieser Spitze einen leuchtenden Punkt (§. 1121.).

§. 1151. Wenn man ein dünnes metallenes Kreuz, dessen Arme zugespitzt und mit ihren Enden nach einer Rich-

Wund Naturlehre, 2te Aufl.

L f



tung umgebogen hab, mit seinem ausgehöhlten Mittelpunkte auf eine metallene Stütze lege, die auf dem Conductor steht, so kommt es bei dem Elektrisiren des Conductors in Umlauf und zwar nach der entgegengesetzten Richtung seiner gebogenen Enden.

§. 1152. Man bringe einen nicht isolirten zweiten Leiter an den elektrisirten Conductor der Maschine, enthalte ihn Electricität, entferne ihn dann wieder sogleich davon, und berühre ihn mit einem nicht isolirten Leiter, so verliert er seine Electricität ganz und auf einmal. Er verliert sie hingegen nicht bei Berührung mit einer Siegelackstange oder einem Nichtleiter.

§. 1153. Der durch einen nicht isolirten Leiter berührte geriebene Glaszylinder der Maschine verliert dadurch seine Electricität nicht auf einmal, sondern zeigt auch noch vielfältigem Berühren noch das Anziehen des Korkkugels an einem Zwirnsefaden.

§. 1154. Man stelle eine kleine metallene Schale, mit gehörig abgerundeten Rändern, worin man etwas Weinsäure gegossen hat, auf den Conductor, und elektrisire. So wie man nun aus der Säure durch den Finger einen Funken zieht, entzündet sich dieselbe. Der Versuch läßt sich auch mit erwärmtem Alcohol anstellen.

§. 1155. Auch das Hydrogengas läßt sich durch den elektrischen Funken leicht anzünden, wenn es mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft vermischt ist. Hierher gehört das elektrische Pistol, „das von Füssenberger erfundene elektrische Feuerzeug oder die sog. Zündlampe und Volta's Zudiometer. Kr.“

§. 1156. „Dem von Coulomb mit der Drehwaage angestellten Versuchen zu Folge, soll die abschließende Kraft der Electricitäten (s. B. jene in den Versuchen §. 1145. bis 1147) im umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernungen stehen (Vier a. a. O. II. S. 229),

Simon's und Parrot's neuere Versuche machen es hingegen höchst wahrscheinlich, daß die elektrische Abstossung (und mithin auch die elektrische Anziehung, s. B. in den Versuchen §. 1144. und 1148.) den Entfernungen selbst verkehrt proportional sey: s. Gilbert's Annal B. XXVIII. S. 277 und B. LXL. S. 270u. f.

Kr."

„Ueber De Lethmann's Gebrauch und Nutzen der zu seinen — die Messung aus einem Flamm der Elektricität benutzenden Versuchen jeder empfindbaren Drehung, vergl. Abh. d. d. S. B. II. S. 349. Nr.“

### Entgegengesetzte Elektricitäten.

§. 1157. Man hänge einen Leiter an seidenen Schnüren auf, isolire das Reibzeug der Elektrisirmaschine, verbinde es durch eine Kette mit dem isolirten Leiter, hebe die Isolirung des ersten Conductors der Maschine auf, oder lasse von ihm einen Metallstrich zur Erde gehen, und elektrisire. Jetzt zeigt das Reibzeug und der damit verbundene isolirte Leiter Elektricität; der erste Conductor der Maschine kann aber keine zeigen, da er nicht mehr isolirt ist.

§. 1158. Alle vorher (§§. 1136 — 1155.) beschriebenen elektrischen Versuche kann man nun an dem Leiter anstellen, der mit dem isolirten Reibzeuge in leitender Verbindung ist.

§. 1159. Wenn man hierbei den ersten Conductor der Maschine auch isolirt, so ist die Elektricität des Reibzeuges sowohl, als die des ersten Conductors, nur schwach.

§. 1160. An sich betrachtet, zeigt sich die Elektricität des Reibzeuges oder des damit verbundenen isolirten Leiters von der bisher betrachteten des ersten Conductors der Maschine nicht verschieden, allein beim Gegeneinanderhalten beider Elektricitäten offenbaren sich wesentliche und bemerkenswerthe Unterschiede, die wir jetzt näher betrachten wollen.

§. 1161. 1) Man verbinde einen Leiter, an seidenen Schnüren hängend, durch eine Kette mit dem ersten

isolierten Conductor der Maschine, während das Reibzeug nicht isolirt ist, so wird jener Leiter beim Elektrisiren die Elektricität des Conductors der Maschine erhalten, und wenn man beide einander nähert, werden keine Funken überspringen. 2) Man verbinde den isolierten Leiter, statt mit dem Conductor der Maschine, mit dem Leiter des isolierten Reibzeuges, hebe die Ablösung des ersten Conductors der Maschine wieder auf, und elektrisire. Jetzt wird der zweite Leiter die Elektricität des Reibzeuges erhalten, und, dem ersten Leiter des Reibzeuges genähert, daraus Funken ziehen. 3) Man isolire den ersten Conductor der Maschine und auch das Reibzeug; man verbinde mit letzterm durch eine metallene Kette einen an seidenen Seilen hängenden Leiter, und elektrisire. Nähert man nun den Conductor des Reibzeuges dem ersten Conductor der Maschine, so schlagen zwischen beiden starke Funken.

§. 1162. Zweis isolirte Leiter also, die beide gleich stark mit der Elektricität des ersten Conductors der Maschine versehen sind, geben sich bei ihrer Annäherung keine Funken. Eben dieß ist der Fall, wenn beide gleich stark die Elektricität des Reibzeuges besitzen. In London Hülen behalten sie auch ihre Elektricitäten. Aber ein durch das isolirte Reibzeug elektrisirter isolirter Leiter und ein durch den Reiber der Maschine elektrisirter isolirter Leiter geben sich starke Funken, und beider Elektricitäten hören dann verhältnißmäßig auf.

§. 1163. „Da sich aber nur die einander entgegengesetzten Kräfte oder nur die entgegengesetzten Thätigkeiten aufheben, so schließen wir auch aus den sich einander aufhebenden Gegenwirkungen der Elektricitäten (beider Conductoren), daß dieselben nicht gleichwerthig, sondern ungleichwerthig oder von einander durch entzengesezte Beschaffenheiten, Eigenschaften und Verhältnisse verschieden seyen; eine Schlussfolge, welche die nachstehenden Versuche nur zu bestätigen scheinen.“

Er.“

„Ob diese Unmöglichkeit des Wirkungsmerks beider Elektricitäten auf einer nur quantitativen oder auch auf einer zugleich qualitativen Verschiedenheit der elektrischen Flüssigkeiten beruht, kann erst weiter unten in Erwägung gezogen werden. Kr.“

§. 1164. 2) Wenn man auf dem mit der Elektricität des Reibzeuges versehenen Leiter eine leuchtende Spitze an gebracht hat, so sieht man an derselben im Dunkeln keinen leuchtenden Feuerbüschel, sondern bloß einen leuchtenden Punkt oder Stern. Wenn man aber diesem so elektrisirten Leiter eine leuchtende (und zu scharfe) Spitze nähert, so zeigt sich an dieser ein leuchtender Feuerbüschel. Also ist das Phänomen umgekehrt als das oben (§. 1149 f.) erwähnte. Man kann sich davon noch mehr überzeugen, wenn man einen an beiden Enden zugespitzten Metalldraht vermittelst eines klüppernen Handgriffes in gehöriger Entfernung zu sehen dem elektrisirten Conductor der Maschine und dem elektrisirten Conductor des Reibzeuges hält.

§. 1165. 3) Man verbinde einen Metalldraht, der an dem einen Ende abgerundet und mit einem gläsernen Handgriff in der Mitte versehen ist, mit dem andern Ende durch eine Kette mit dem ersten Conductor der Maschine, führe das abgerundete Ende, während des Elektrisirens, auf einem recht glatten, trockenen Harzluch an, und ertheile so den berührten Stellen desselben die Elektricität des Conductors. Man bestreue dann den Harzluch dünn mit Bärappsaamen, so bildet dieser an den elektrisirten Stellen strahlige Figuren. Man ertheile dem nachher wieder (mit einem leinenen Tuche) rein abgewaschenen Harzluch an den berührten Stellen die Elektricität des Reibzeuges („am zweckmäßigsten mittelst eines Metallringes. Kr.“), und es zeigen sich nach dem Bestäuben mit Bärappsaamen runde Flecke ohne Strahlen.

J. L. Lichtenberg de nova methodo, naturam et motum fluidi electrici rursus gendi, in den nov. comment. Soc. sci. Götting. T. VIII. 1777. S. 103.

§. 1166. „Nudert man ein Gemenge von hinreichend fein gepulverten, ungleichfarbigen Körpern, z. B. Zinnober

und Schwefel durch seine Leinwand auf den zuvor elektrisirten Harzkuchen, so trennt dessen Elektricität, die durch das Pabern verschiedentlich elektrisirten Pudertheilchen, und sonder so z. B. die gelben Schwefeltheilchen von den rothen Zinnoertheilchen ab, gemäß dem durch die nachfolgenden Versuche noch mehr zu erläuternden Gesetze, daß sich die entgegengesetzten oder ungleichwerthigen Elektricitäten anziehen, die gleichwerthigen hingegen einander abstoßen.

Kr."

§. 1167. 4) Ein isolirter, leicht beweglicher, leitender Körper, z. B. ein Korflügelchen, das an einem seidenen Faden hängt, wird in der Nachbarschaft des elektrisirten Conductors der Maschine von denselben angezogen, dann aber wieder abgestoßen, und bleibt abgestoßen (§. 1146.). Aber in diesem Zustande des Abstoßens wird es von dem elektrisirten Conductor des Reibzeuges angezogen. Das von diesem angezogene Korflügelchen wird dann wieder abgestoßen, und bleibt abgestoßen; oder es wird in diesem Zustande des Abstoßens von dem ersten Conductor der Maschine angezogen. Also, was die Elektricität des Conductors und des Reibers der Maschine abgibt, das zieht die Elektricität des Reibzeuges an, und umgekehrt.

§. 1168. Zwei isolirte Korflügelchen, wovon dem einen die Elektricität des Conductors der Maschine, dem andern die Elektricität des Reibzeuges mitgetheilt worden ist, ziehen sich einander an, und ihre Elektricitäten pflanzen auf.

§. 1169. Zwischen einem durch den Conductor der Maschine und einem durch das isolirte Reibzeug elektrisirten isolirten Leiter springen leichte isolirte leitende Körperchen her und hin, und werden wechselseitig von dem einen und dem andern angezogen und abgestoßen, bis die Elektricität beider Leiter erschöpft ist.

§. 1170. Wenn man eine Siegeladstange durch Reiben mit einem Rahenfelle elektrisirt, und ein kleines leichtes

Korkkugeln durch ein feines Seilfaden darüber hängt, so wird dieses von einer andern geriebenen Siegelsackstange abgestoßen, von einer geriebenen Glasröhre aber angezogen werden. Eben so stößt auch 5) das isolirte elektrische Reibzeug unserer Maschine das Korkkugeln der elektrisirten Siegelsackstange ab, der elektrisirte Conductor und der geriebene Cylinder zieht es an.

§. 1171. Es hat also ganz das Ansehen, als ob es zweierley Arten der Elektricität gäbe, die sich einander entgegengekehrt sind, wie positive und negative Größen, die sich einander aufheben, oder vernichten, wenn sie gleich groß oder stark sind. Es mag nun eine Verwandtschaft damit haben, welche es will: so müssen wir hier wenigstens den Zustand der durch das isolirte Reibzeug oder durch den Reiber elektrisirten Körper, d. h., ihre Elektricitäten, als entgegengekehrt (*Electricitates contrarias*), ansehen, und, ohne uns noch um die Ursach zu bekümmern, die Gesetze dieses verschiedenen Zustandes zu erforschen uns bemühen.

§. 1172. Schon du Fay bemerkte den Unterschied der Elektricität des geriebenen Glases und des Harzes, und unterschied sie durch die Namen: Glaselektricität und Harzelektricität; eine Bezeichnung, die nicht gut gewählt ist, weil, wie die Folge lehren wird, das Glas und das Harz bald die eine, bald die andere Art der Elektricität erhalten kann. Franklin führte aus Gründen, die nachher angeführt werden, die Namen: Plus- und Minus-Elektricität, seinen für die Elektricität des Reibers, diesen für die Elektricität des Reibzeuges der Glasmaschine ein, die er auch positive und negative Elektricität nannte. Lichtenberg bezeichnet sie auf eine bequeme Art durch + E. und — E.

Erstlebens's Naturliche von Lichtenberg, 5. Aufl. S. 501 f.

§. 1173. Allernächst findet man, daß das isolirte Reibzeug die entgegengekehrte Elektricität des Reibers und Con-



buckers erlangt: — E, wenn diese + E haben; + F, wenn diese — E erhalten.

§. 1174. Gewöhnlich erhält bei dem Aneinanderreiben zweier Substanzen diejenige, welche am wenigsten leitet oder am meisten elektrisch ist, + E, die mehr leitende — E. Größere oder geringere Glätte oder Rauheit ändern aber die Resultate dieser Versuche sehr ab; und die Versuche dieser Art erfordern überhaupt sehr große Aufmerksamkeit und Vorsicht.

§. 1175. Durch Versuche hat man gefunden: 1) Glattes Glas erhält + E, wenn es mit leitenden oder isolirenden Substanzen gerieben wird; nur mit Nasenbalg gerieben wird es — E. 2) Raues und matt geschliffenes Glas wird + E, wenn es mit Schwefel, Seide, Wachstaffen und Metallblättern; — E, wenn es mit wollenen Tüchern, mit polirtem Glase, mit Siegelack, mit Papier, oder mit der Hand gerieben wird. 3) Hart bekommt durchs Reiben mit Metall, Schwefel und matt geschliffenem Glase + E; mit polirtem Glase, wollenen Tüchern, weichen Fellen, Papier, — E. 4) Haltefeil erhält, mit Metallblättern, Tuch, Seide, Papier, oder mit der Hand gerieben, + E. 5) Weiße Seide wird + E durch Metallblätter, Tuch, schwarze Seide; — E durch Papier, durch die Hand, und durch weiche Felle. 6) Schwarze Seide + E an Siegelack; — E an weisse Seide, weichen Felle, Papier, oder an der Hand gerieben. 7) Schwefel wird + E mit Metall; — E mit polirtem und mattem Glase, Siegelack, Holz, Papier, Tuch, und mit der Hand gerieben. 8) Metalle werden + E mit Holz; — E mit polirtem Glase. Der Unterschied und die Benennung; Glas, und Stattelektricität, für + und — E, ist eben deswegen nicht genau und richtig, weil diese Körper bald +, bald — erhalten können.

„Sind die Benennungen Glas und Hart, Elektricität + und —, so ist es nicht zu vermeiden, daß man auf einer solchen Voraussetzung beruhe.“



Eigene Versuche hierüber haben angestellt: Wilson (Philol. transactions, 1760. Vol. L1.); Symmer (ebendaf. S. 340.); Cigna Miscellanea societ. Taurinensis, 1763. S. 31.); Beccaria (G. Accademia dell' Eloftricismo artificale, in Torino 1753. 4.); Willke (de electricitatibus contrariis, Rostoch. 1757. 4.); Aepinus (Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi, auct. F. V. Aepinus. Petrop. 1759. 4.); Bergmann (Experimenta electrica cum tabulis vitreis sibi mutuo attrictis instituta; in seinen opusc. physicochem. S. 570.; Experimenta electrica cum laevibus sericis instituta, ebendaf. S. 391.); Lichtenberg (Eryleben's Naturk. 6. Aufl. S. 475 ff.)

„Symmer's Versuchen zu Folge (vergl. Singer a. a. O. S. 20) giebt der Rücken einer Rahe mit jeder Substanz + E, ausserdem geben:

- Turmalin + E mit Bernstein
- E mit Diamant, und mit der Hand,
- Siegellack + E mit einigen Metallen
- E mit Eisen, Graphit, Blei, Wismuth
- und mit den meisten übrigen Materialien.
- Dürrer Holz + E mit Erde
- E mit Belzwerk.

Coulomb's (aus dessen handschriftl. Nachlass, von Nol a. a. O. B. II. S. 354 mitgetheilten) Versuchen gemäß, soll erwärmtes Papier — E mit Wollenzeug und unpolirtem Metall (selten + E) geben; dergleichen mit neuem weissen seidenen Zeug (selten + E), mit schwarzem seidenen Zeug stets + E. Sind die Zeuge nicht mehr neu, so giebt es damit, so lange es warm ist, — E, wird dann bald o und darauf + E werthig; ferner

Weisse Seide „erwärmt“, mit polirten Metallen stets — E, „erkaltet“ zuweilen schwach + E;

Seidenes Zeug in der Luft bestig geschwungen, erhält — E,

Wollenes Zeug „kalt“ am polirten Metall + E,  
— — unpolirten Metall — E,  
erwärmt“ am polirten wie am unpolirten Metall stets — E.

Er."

§. 1176. „Coulomb folgert aus seinen Versuchen, daß diejenigen Substanzen, welche sich beim Aneinandersreiben am meisten ausdehnen — E, jene hingegen, welche sich dabei am wenigsten ausdehnen + E erhalten. Kr."

„Der Gasen und unmetallischen Tropfbaren scheint nicht nur der Lebensunterschied (§. 1174) das Bedingende für die Ausbildung der einen oder der andern Electricität zu enthalten, sondern auch das in dem einen oder dem andern der Berührenden vorhandene Maass der Brennbarkeit oder Verbranntheit, das auch bei den Metallen, und wahrscheinlich auch bei den Bildungstheilen der Organismen entscheidet, wiewohl durch Zu- oder Abnahmen der Erhärzung die Art der erzeugten Electricität verschiedener Abänderungen fähig ist. E."

„Berol. und Kuntz's Vers. in den Ann. de Mus. 27. 2. 1777. S. 346 — 347; eben in Böhmer's N. N. J. d. Chem. 11. 2. 1777. S. 347; in den Journ. de l'acad. de Paris. V. 17. 5. 1777. eben in Scherzer's Ann. 2. 1777. S. 347; v. Jönck in Scherzer's Ann. 2. 1777. S. 347; v. Gersdorf's Ann. 2. 1777. S. 347 und Lavoisier's Elektricitätslehre II. S. 6 und 330. R."

§ 1177 Wilson's Versuchen gemäß erhält man gegen einander gestrichenen Isolatoren der härteste Fluss + E, der minder harte hingegen — E, und Ritter's Untersuchungen und Zusammenstellungen der Ergebnisse anderer, ihm nicht eigener Versuche zu Folge, erhält unter sich sich berührenden Leitern die brennbarere Fluss + E, der minder brennbare hingegen — E. R."

„Mozel. Ritter's Elektrisch. Exp. d. Körper. Leipzig 1785. S. 124 u. f. R."

§ 1178 Nach Ritter (a. o. N.) ist die elektrische Spannung, welcher Körper (d. h. die gegenseitige Anziehung des + an dem einen und des — E an dem andern der sich berührenden Körper), sowohl der Isolatoren als der Leiter, a und z, gleich der Summe aus den Spannungen von ab, bc, cd, de u. bis und mit yz, und werden einzelne Glieder aus der Spannungsreihe der Leiter mit einzelnen Gliedern aus der Spannungsreihe der Isolatoren zusammengebracht, so verhalten sie sich wie Glieder der letzteren Reihe, und umgekehrt. Beide Isolatoren und Leiter bilden nach Ritter eine Spannungs- oder Elektrisches Erzeugungs-Reihe. R."

„Nach Ritter bezeichnet die Stellung nachfolgender Glieder, deren gegenseitiges Verhältniß in den einzelnen Spannungsreihen sich in der folgenden Reihe:

Spannungsreihe der		Spannungsreihe der	
Isolatoren:	Leiter:	Isolatoren mit	Leiter:
— E		— E	
Ebenholz	Wasser	Ebenholz	
•	•	•	
Stenilholz	Wangeneroxyd	Stenilholz	
•	•	•	

Spannungsreihe der		Spannungsreihe
Isolatoren:	Leiter:	der Isolatoren und Leiter:
	— E	— E
Schwarze Seide	Graphit	Schwarze Seide
⋮	⋮	⋮
Weiße Seide	Schwefelmetalle	Silber
⋮	⋮	⋮
Papier	Kohle	Bolle
⋮	⋮	⋮
Holz	Silber	Kupfer
⋮	⋮	⋮
Bolle	Kupfer	Glas
⋮	⋮	⋮
Glas	Eisen	Zink
⋮	⋮	⋮
Termaße	Blei	Demant
⋮	⋮	⋮
Demant	Zink	+ E
	+ E	

§. 1179. „Sind zwei Körper einander vollkommen gleich, so ist deren elektrische Spannung bey ihrer Gegeneinanderbewegung nur sehr geringe, und war dabey der eine ruhend, während der andere stoßend oder drückend gegenbewegt wird, so erhält der bewegliche + E, der zu bewegende — E; waren beyde nur hinsichtlich ihrer Erwärmung verschieden, so erhält der heißere (besser leitende) — E, der kältere + E (vorzüglich wenn sich der wärmere der Schmelzung nähert), jedoch scheint dieses letztere Gesetz auch umgekehrt bey einigen Metallen zu gelten; z. B. wenn heißer Zink und kalter Zink sich berühren, so hat (bis zur Ausgleichung der Temperaturen zur mittleren) der

heiße als solcher verbrennlicher)  $+E$ , der kalte hingegen  $-E$ . Kr.

§. 1180. „Volca's und Aenderer Beobachtungen zu Folge elektrificiren sich nemlich die Leiter unter sich durch bieße, ruhige Berührung, und zwar entweder sehr merklich, oder kaum merklich; erstere nennt er Leiter der ersten Klasse und zählt dahin alle Metalle, so wie auch die ungeräbte Nerven- und Muskeifaser, letztere Leiter der zweiten Klasse, das Wasser, alle wäbrigen Leiter (in Wasser gelöste Säuren, Oxyde und Salze) dahin rechnend. Die Stärke des Vermögens Elektricität zu erregen, ist bey den verschiedenen Metallen verschieden, und steht im geraden Verhältniß ihrer Ungleichartigkeit (d. chemischer Entzogenheit) und umgekehrt ihrer Leitungsfähigkeit für die Elektricität zu stehen (?). Kr."

1181. „Da jeder Isolator durch hinreichende Erziehung ein Leiter zu werden vermag (z. B. Glas, wenn es bis zum Glühen, Alcohol, wenn er bis zum Sieden erhitzt wird u.) so scheinen alle Materien hinsichtlich ihres Verhältnisses zur Elektricität in folgende drey Klassen zu zerfallen: Leiter der ersten Klasse: sie erregen die Elektricität durch Berührung sehr merklich und leiten sie sehr schnell; Leiter der zweiten Klasse: sie erregen die Elektricität durch Berührung wenig merklich, hingegen durch Anmänderbewegung merklicher, und leiten sie gut, jedoch bedeutend langsamer als die der ersten Klasse; Leiter der dritten Klasse: sie erregen durch Berührung die Elektricität kaum merklich, hingegen sehr stark durch Reibung, und leiten sie in demselben Verhältniß schlecht, in welchem sie dieselbe reibend erzeugen. Kr."

§. 1182. „Volca's Versuche lehren, daß die Leiter erster Klasse ein sehr verschiedenes Vermögen besitzen, sich argenkräftig durch Berührung zu elektrificiren, oder an ihren Gegenständen die entgegengesetzten  $E$  zu erregen, und daß folgende von ihnen in dieser Hinsicht nachstehende

Kette bilden: Zink, Zinn, Bley, Eisen, Messing, Kupfer, Platin, Gold, Silber, von denen das nächst vorhergehende Metall gegen das nächstfolgende und gegen alle nachfolgenden + E. (also Zink gegen Zinn, und gegen alle übrigen; mithin auch gegen Silber, und gegen dieses unter allen ihm nachfolgenden Metallen am meisten + E.) erhält, während das nachfolgende gegen das nächst vorhergehende und gegen alle vorhergehende (Silber also gegen Gold und am meisten gegen Zink) — E. bekommt. Setzte er die zwischen Zink und Silber erfolgende Menge von + E. am Zink und — E. am Silber = 12, so ist diese zwischen Kupfer und Silber = 11; zwischen Eisen und Kupfer = 2, zwischen Zinn und Eisen = 3, zwischen Zink und Bley = 5 und zwischen Zinn und Bley = 1. Weshin ist die Summe der Elektricität erregenden Mächte aller Zwischenglieder gleich der Erregungsmacht der beyden äußersten Glieder der Kette; vergl. §. 1178. Kr.

„Volta fand diese Erregungs-Unterfchiede, als er zwey ebenen einander gelöste Scheiben der zu prüfenden verschiedenen Metalle (z. B. eine Zinkscheibe und eine Silberscheibe) gegen einander presste, darauf abwechselnd die eine und dann die andere mit der Erde in leitende Verbindung setzte, und dann an jeder der Enden, mittelst des (weiter unten zu erwähnenden) Condensators C, die Zeit und die Menge der Elektricität bestimmte. (Vergleiche, zeigte dann der eine Scheibe 3 E. die andere) + E., die andere 12 E. die u. d. h. — E. Dasselbe Resultat erhielt er, als er die Enden zweyer verschiedener Metalle (z. B. Zink und Silber) an einander leitete, und das eine Ende, z. B. das Zinkende mit dem Condensator in Verbindung brachte, während er das andere Ende durch einen in der Hand mit der Erde leitend verband; Volta in den *Ann. Ch. Phys.* 1791 und Ritter's Beschreibung zur u. Kenntn. d. Galvanismus Th. II. S. 28—31; vergl. auch in *Experimentalphys.* Th. II. Cap. VI. §. 115 u. ff. Kr.

„Keine elektrische Spannung zeigte sich, als V. zwischen zwey Scheiben von einem Metall (z. B. zwischen zwey Zinkscheiben) eine dritte Scheibe von einem andern Metalle (z. B. eine Silberscheibe) legte und abwechselnd auf die zwey beschriebenen Metalle, 1. einen demselben B. Spannung, als er auf ein Zink in der Platten-Paar eine feuchte Scheibe (z. B. feuchte Papper Scheibe, und darüber wieder irgend eine Metallscheibe) legte; diese letztere zeigte dann die von der feuchten Scheibe durchzuflossene Elektricität der oberen der beyden ungleichartigen, sich berührenden Metallscheiben. War z. B. Silber, Zink, Wasser und darüber wieder ein Metall anzuwenden, so zeigte dieses das durch das Wasser ihm zuleitete + E. des Zink; u. d. h. Kr.

„Etwas Vorkläuter weichen hinsichtlich der Bestimmtheit der Pole, welche bei diesen Vorlesungen etwas ab, und sehen, V. Hall — Gold, Silber, Kupfer, W. d. Die vollständige Beschreibung über diese und verwandte Gegenstände findet man bei Singer a. a. O. Nr.“

§. 1183. „Je zwei verschiedene Leiter erster Klasse, bilden mit hin, wenn sie sich berühren, eine Voraussetzung zur Entwicklung und räumlichen Sonderung der  $E$ , und heißen darum ein Elektromotor; und da auch die Leiter zweiter Klasse sowohl unter sich, wie auch bei Berührung eines oder des anderen Leiters erster Klasse, mitwiewohl in weit geringerer Menge beide  $k$  erzeugen und von einander sondern, so folgt, daß, überall, wo sich ungleiche Leiter berühren, Elektromotore gegeben sind, und nur in beide  $k$  verbunden und räumlich gesondert werden können. Nr.“

§. 1184. „Überall, wo beide  $F$  von einander entgegen gesetzten Richtungen in die Substanz eines Leiters schneller einströmen, als dieser zu leiten vermag, erfolgt, wenn er zu den Leitern zweiter Klasse gehört, chemische Zersetzung, und wenn er zu denen der ersten Klasse gehört: (sofern bis zum Glühen fortschreitende) Zehigung desselben. Nr.“

„Vergl. m. Einleitung in d. neuere Chem. 5. Abschnitt, a. a. O. Ueber d. Was ablenkt auf elektrischem Wege die Zersetzung der Leiter erster Klasse einzuleiten; ebendasebst. Nr.“

„Vergl. auch oben §. 1178. Anm. Nr.“

§. 1185. „Hierher gehören die Zersetzung des Wassers und der in Wasser löslichen Chemosubstanzen, setzen in ihre Bestandtheile, durch die in hinreichender Menge von räumlich entgegengesetzten Richtungen her einströmenden, ungleichwerthigen  $E$ , des  $-k$  und des  $+E$ , sowohl der beiden Conductoren der Elektricitätsmaschine (oder deren Vertreter) als auch irgend eines Elektromotors. Nr.“

„Vergl. v. Macum's (im Journ. de Phys. XXX, p. 36), Berz's (in Gilbert's Ann. B. 11, C. 1 u. 2, S. 11, 12), und Wollaston's Zersetzung des Wassers mittelst der elektrischen d. Ma

(siehe Wollaston in den *Phil. Trans.* XCI. p. 427). Ueber Zerlegung von Metallen & Alkalien durch Elektromotoren & weiter unten nach Ritter's verm. *Chemien* B. I. — 111. Die ersten hieher gehörigen Versuche machten Carlisle und Nicholson *Chem. Journ.* IV. p. 279. Kr."

§. 1186. Werden mit den entgegenströmenden Elektricitäten beladene Stoffe zu einander bewegt, so erfolgt häufig chemische Mischung derselben. Hieher gehört die zuerst von Cavendish (*Philos. Transact.* LXXV. p. 372 und LXXVIII. p. 261) beobachtete Erzeugung der Salpetersäure aus atmosphärischer Luft, durch welche man unhaltend einfache elektrische Funken schlagen läßt, und die Erzeugung von Salpetersäure und Ammoniak, mittelst der aus Elektromotoren unhaltend entwickelten, und in eine wässrige Lösung thierischer Bildungsstoffe strömenden entgegengesetzten E. Kr."

### Gesetze der Elektricität.

§. 1187. Ohne uns hier schon um die Ursache der Verschiedenheit der Elektricitäten zu bekümmern, können wir doch die Gesetze, die sie befolgen, näher entwickeln. Diese Gesetze sind einfach, aber fruchtbar an Folgerungen, und gewähren eine leichte Uebersicht der bis jetzt vorgetragenen und noch anzuführenden Phänomene. „Zwar sind die meisten derselben bereits im Vorhergehenden gelegentlich entwickelt worden, indeß heißt ihre Wichtigkeit eine, im Folgenden gegebene, gedrängte Zusammenstellung, mit steter Rücksicht auf die davon zu machenden Hauptanwendungen. Kr."

§. 1188. 1) Gleichartige Elektricitäten stoßen sich ab. Ein Körper  $+E$  stößt einen andern leichten und beweglichen  $+F$  ab; und beide zeigen, gegen einander genähert, keine Funken, wenn sie verhältnismäßig gleich viel  $+E$  haben, sondern behalten ihre Elektricität. Ein Körper  $-E$  stößt einen andern, dessen Elektricität auch  $-E$ ,



und mit jener verhältnißmäßig gleich groß ist, von sich, unter eben den Erscheinungen.

§. 1189. Die Kraft, mit welcher sich gleichnamig- oder gleichartig elektrisirte Körper abstoßen, verhält sich umgekehrt, wie die Entfernung.

„Simon d. d. D.

2.“

§. 1190. Aus diesem Abstoßen gleichnamiger Elektricitäten hat man auch Anlaß zu den Elektrometern genommen. Die meisten dienen höchstens nur, um daraus ohngefähr zu beurtheilen, ob eine Elektricität stärker oder schwächer sey, als eine andere; nicht aber, wie groß sie eigentlich sey.

1) Canton's Korkkugel-Elektrometer.

Philos. transact. Vol. XLVIII. P. I. n. 5.

2) Genly's Quadranten-Elektrometer.

Philos. transact. Vol. LVI. S. 52. „Hocher gebeten aus  
Brook's und Larkinson's Elektrometer. Gubert's Ann. P. III.  
S. 1.“

3) Cavallo's Flektrometer.

Deffen vollständige Abhandlung von der Elektricität, S. 124.

4) Koenigsberg's Taschen-Elektrometer.

a. d. D. S. 209.

5) Eine Abänderung desselben, von Adams beschrieben

Veruch über die Elektricität, wenn Theorie und Ausübung der  
selben durch eine Theorie methodisch geordnet werden, von Georg Adams; aus dem Engl. Lenz, 1753.  
n. S. 164.

6) Richard's Elektrometer.

Abhandlung von der Kraft der Elektricität, von Fr. Carl Richard;  
im 1. B. der Verhändl. der Berlín. Gesellschaft naturf. Freunde,  
S. 53.

7) Gauss'sche Elektrometer, besonders für die atmosphärische Elektricität.

Desselben Reisen durch die Alpen, Th. III. Leipzig 1787. 1791.

8) De Luc's Fundamentalelektrometer.

Desselben neue Idee über die Meteorologie, Th. I. S. 197.

9) Benard's sehr empfindliches Elektrometer aus Zinnblech verfertigt.

Benard's Journal der Physik, Th. I. S. 350.

10) Volta's Erdball-Elektrometer, das er auch verfertigt hat,

so daß es dem Zwecke eines Elektrometers entspricht.

Alex. Volta meteorologische Werke, aus dem Ital. Th. I. Nr. 1.

1793. 3.

11) Low

21) Coulomb's elektrische Waage, die auf eine sehr sinnreiche Art die Stärke der unterworfenen Elektricität meßbar darstellt, und ein solches Electrometer ist.

Coulomb a. a. O. S. 51. „Piot a. a. O. T. II S. 319 Kr.“

22) „Kauz's sehr brauchbares Electrometer, aus zwei, auf zwei Stäbe vertical errichteten, an jedem Ende mit einer Kugel versehenen Metallstäben, dessen Mineralogie B. I. S. 213. Kr.“

23) „Marschall's und Franke's Electrometer (und Franke's Vorblatt zur Beschreibung des Electrometers) Gilbert's Ann. B. XV. S. 29. 299. B. XVI. S. 114. Kr.“

24) Bohrer-berg's Electrometer, in Verbindung mit einem Condensator; Gilbert's N. B. T. XVIII. S. 24 mit Weglassung der dort 2. 6. nachstehend beschriebenen zambonisden Stäbe. Kr.“

§ 1191. 11) Ungleichartige Elektricitäten ziehen sich an. Ein Körper, der  $+E$  hat, zieht einen anderen, leicht beweglichen,  $-E$  an, und umgekehrt; und beide zeigen nach dem Zusammenströmen keine Elektricität mehr, wenn sie gleich viel  $+E$  oder  $-E$  hatten.

§ 1192. Diefß giebt uns auch ein Mittel an die Hand, um die entgegengesetzten Elektricitäten selbst zu finden. Hänge man nehmlich Korkkügelchen an einem Zwirnsfaden über eine mit einem wollenen Tuche geriebene Stangellackstange, und ertheilt ihnen dadurch  $-E$ ; so werden sie von einem  $+E$  haltenden Körper angezogen, von einem mit  $-E$  versehenen zurück gestoßen werden.

§ 1193. Ein mit  $+F$  oder  $-F$  versehener Körper zieht nicht nur denjenigen an, der die der seinigen entgegengesetzte Elektricität hat (§. 1191.), sondern auch einen jeden andern nicht elektrisirten, oder dessen Elektricität 0 ist. — Diese Wirkung der elektrisirten Körper auf andere 0 E oder die entgegengesetzte Elektricität enthaltende geschieht nach der Stärke ihrer Elektricität in einer größern oder geringern Entfernung; und den Raum, durch welchen sich diese Wirkung erstreckt, nennt man eben den Wirkungskreis, oder die elektrische Atmosphäre des elektrisirten Körpers (§. 1125)

§ 1194. Wenn man einen unelektrisirten Leiter, z. B. eine Metallstange, dem elektrisirten Conductor der Maschine

nähe bringt, so erhält jener an dem dem Conductor zugekehrten Ende die entgegengesetzte Electricität des Conductors:  $+E$ , wenn dieser  $-E$  hatte, und  $-E$ , wenn dieser  $+E$  besaß; bei der größern Annäherung erhält der Leiter einen Funken, und die Electricität hört ganz auf. Wenn aber der Leiter isolirt ist, so erhält das von dem elektrisirenden Körper abgewendete Ende die gleichnamige Electricität von jenem, und also die entgegengesetzte an dem dem Conductor zugekehrten Ende. Bei der Annäherung nähern beide Elektricitäten zu, bis der Leiter endlich einen Funken erhält, worauf seine Electricität die gleichnamige des elektrisirenden Körpers wird.

§. 1195. Wenn man aber diesen isolirten Leiter wieder von der Maschine isolirt entfernt, ehe er so nahe kommt, daß er einen Funken erhält, so hört die Electricität, die sich an seinen entgegengesetzten Enden als entgegengesetzt zeigte, sogleich auf, und es ist alles wieder im natürlichen Zustande. Berührt man ihn aber, während er in dem Wirkungskreise des elektrisirenden Körpers ist, an dem von diesem abgewandten Ende mit dem Finger, oder sonst mit einem leichten Körper, so entsteht ein Funken, und seine Electricität hört auf. Entferne ich ihn jetzt zugleich isolirt von dem elektrisirenden Körper, so hat er die entgegengesetzte Electricität des elektrisirenden Körpers, oder die gleichnamige des diesem zugekehrten Endes.

§. 1196. In diesem Falle entsteht also Electricität, ohne daß sie der elektrisirende Körper verliere, also nicht durch Mittheilung (§. 1113.), sondern durch Vertheilung der Electricität. Sie gründet sich eigentlich auf die vorher angeführten Gesetze der Electricität: daß ungleichartige Electricitäten sich anziehen, gleichartige sich abstoßen (§§. 1188. 1191.), und mache das dritte Gesetz. III) Jeder elektrisirte Körper erregt in denjenigen Körpern, die in seinem Wirkungskreise kommen, in diesem Wirkungskreise eine der seinigigen entgegengesetzte Electricität.

§. 1197. Wenn der in den Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers geordnete ein Nichtleiter ist, so erhält er zwar auch an dem Ende, welches dem elektrisirten Körper angelagert ist, die entgegengesetzte Elektricität. Allein eben wegen seiner nicht leitenden Eigenschaft ist die erregte Elektricität nicht stark, und erstreckt sich nicht weit; man findet an ihm vielmehr schwache abwechselnde Zonen von entgegengesetzten Elektricitäten.

§. 1198. Dünne Nichtleiter halten diese Wirkungen der Vertheilung der Elektricität oder der elektrischen Atmosphäre nicht aus, wohl aber die der Mittheilung.

### Hypothesen über die entgegengesetzten Elektricitäten.

#### Franklins Hypothese. Dualistische Hypothese.

§. 1199. Der Erste, welcher eine Hypothese über die bekannten elektrischen Erscheinungen entwarf, die den bisher vorgetragenen Gesetzen entsprach, und aus der sie ohne Ausnahme (?) auf eine genugsamende Weise abgeleitet werden konnten, war Franklin. Die Grundzüge dieser Franklinischen Hypothese, die wir nachher auf die vorzüglichsten Phänomene der Elektricität anwenden wollen, sind folgende: 1) Es ist durch alle Körper eine subtile Materie verbreitet, von welcher die elektrischen Erscheinungen abhängen. 2) Diese elektrische Materie ist ein expansibles Fluidum, oder eine solche, deren Theile gegen einander Repulsionskraft ausüben. 3) Das elektrische Fluidum wird von den Theilen anderer Körper angezogen, und kann dadurch in den Zustand gebracht werden, daß es aufhört, expansibel zu seyn. 4) Jeder Körper kann aber durch seine Anziehungskraft zur elektrischen Materie nur eine gewisse Menge davon enthalten, wenn die Expansionskraft derselben darin im Zustande des Gleichgewichtes seyn, und wenn er keine elektrischen Erscheinungen äußern, oder seine Elektricität 0 seyn soll. Diesen Zustand kann man die Sättigung des Kör-

pers mit elektrischer Materie nennen; man nenne ihn den natürlichen Zustand der Elektricität eines Körpers. 5) Wenn ein Körper eine größere Quantität elektrischen Fluidums erhält, als sein natürlicher Zustand (4.) erfordert, so wird er positiv elektrisirt, oder er Plus-Elektricität. 6) Wenn ihm hingegen von Quantität der elektrischen Flüssigkeit, die seinem natürlichen Zustande angemessen ist, entzogen wird, so wird er negativ elektrisirt, oder erlangt Minus-Elektricität. 7) nicht isolirte leitende Körper sind im natürlichen Zustand der Elektricität. 8) Der positive oder negative Zustand der Elektricität kann nur isolirten Körpern zukommen. 9) Das elektrische Fluidum kann aus einem Körper in andern nur dann übergehen, wenn das elektrische Gleichgewicht gehoben ist, und kein Widerstand eines Nichtleitenden Uebergang hindert. 10) Ein Körper, aus welchem das elektrische Fluidum an einen andern übergehen muß in Beziehung auf diesen Plus-Elektricität hat. 11) Aller positiv- oder negativ-electrische Zustand der Körper entsteht entweder durch Uebergang, oder durch Vertheilung\* (§. 1196.) des elektrischen Fluidums. 12) Die elektrische Atmosphäre der Körper oder ihr Wirkungskreis ist Luft, durch Vertheilung elektrisirt.

New experiments and observations on electricity, by Frankl. in Lond. 1751 4. vom 1794 & Benj. Franklins V. d. d. Elektricität, aus dem Engl. mit Anm. von J. L. Wille, 1793.

\* „Was heißt Vertheilung des elektrischen Fluidums? Bestimmteres, als das bloße Wort, findet man weiter §. 1204 und 1205.“

§. 1200. Dieser Franklinschen Hypothese steht andere entgegen, deren erster Urheber Rob. Symmet Nach derselben giebt es zwey verschiedene elektrische Materien, wovon, wenn sie einzeln thätig sind, eine den Franklinschen positiven Zustand, die andere den negativen hervorbringt. Der letztere rührt also von einem positiven Wesen her. Jede dieser respect elektrischen Materien (+ E und - E) ist eine exposit

Flüssigkeit, deren respective Theile Repulsionskraft gegen einander ausüben. Sie selbst, die ungleichartigen elektrischen Materien, ziehen sich unter einander an; und durch ihre Vereinigung in einem Körper heben sie sich in ihren Wirkungen gegen einander auf, so daß alle sensible Elektricität vernichtet ist. Man sieht also, daß nach dieser Hypothese, die man auch die dualistische nennt, jede der entgegengesetzten elektrischen Materien nur einzeln für sich ein expansibles Fluidum ist, daß sie es aber in ihrer Verbindung nicht mehr sind. Ein jeder Körper hat im natürlichen Zustande, wo er kein Zeichen der Elektricität von sich giebt, beyde elektrische Materien,  $+E$  und  $-E$ , in sich vereinigt, und zwar in dem Maße, daß sie sich gegen einander aufheben, und also  $0E$  machen. Wenn das Gleichgewicht beider elektrischen Materien durch irgend einen Proceß aufgehoben wird, so wird der Körper elektrisirt. Er wird positiv elektrisirt, wenn ihm freyes  $+E$  mitgetheilt, oder wenn ihm von seinem natürlichen  $-E$  entzogen wird. Er erhält die negative Elektricität, wenn ihm freyes  $-E$  mitgetheilt, oder wenn ihm von seinem natürlichen  $+E$  entzogen wird. Das freye  $+E$  oder  $-E$  eines elektrisirten Körpers kann aber auch das gebundene gleichnamige eines Körpers abstoßen, und das ungleichnamige anziehen, so daß Elektricität durch Vertheilung entsteht.

Symmetrie oben S. 1175 angeführte Abhandlung.

„Daß die Symmetrische Hypothese einen bestimmteren Begriff von Vertheilung der Elektricität giebt, ist leicht aus dieser Darstellung des Verfassers klar.“

§. 1201. Diese dualistische Hypothese hat zwar viel Anhänger und Liebhaber gefunden, aber sie erklärt nicht mehr und nicht leichter, als die Franklin'sche, welche so wenig ein bekanntes Phänomen unerklärt läßt, als die Symmetrische. In Beziehung auf die oben (§. 19) gegebene Regel kann man nicht urtheilen, der Franklin'sten den Vorzug zuzugestehen. Man braucht nach Franklin nur Eine Materie, um den dreifachen Zustand des Körpers in Anziehung



der Elektricität zu erklären. Nach der dualistischen Hypothese braucht man dazu, nicht zwei, sondern drei Materien, nemlich ein  $+E$ , ein  $-E$  und ein  $OE$ : denn dieses  $OE$  ist ja eine, aus den beiden andern Materien durch Zusammennehmung entsprungene, neut Materie. Was uns aber noch vorzüglich bestimmt, mich für die Franklin'sche Hypothese zu erklären, ist der Umstand, daß die vermann-ten entgegengesetzten elektrischen Materien, einzeln betrachtet, sich den Sinnen in ihren Wirkungen gar nicht unterscheiden (denn die oben §. 1164 f. angeführten Erscheinungen (z. B. kalter Schwefel erhält gegen Metalle  $+E$ , schmelzender  $-E$  Kr.) können doch wohl nicht als sinnliche Verschiedenheit zweier Materien, sondern nur als Verschiedenheiten der Richtung des Stromes einer Materie gelten), und daß keine Analogie in der ganzen Naturlehre weder eine solche Uebereinstimmung für alle sinnliche Wahrnehmung bey zwey so verschiednen Materien darthut, noch einen Fall hat, wo durch die Verbindung zweyer die Sinne afficirenden Materien eine dritte (das oder der Dualisten) entspringt, welche schlechterdings nicht anders sinnlich wahrzunehmen ist. Vergleichlich beruft man sich, um analoge Fälle zu erhalten, auf Pyrophylon und Wärmestoff, oder auf Hydrogen und Oxygen u. dergl. In den Beispielen widerlegen geradezu das, was man dadurch beweisen will. Ich will indeffen hier die Anwendung beider Hypothesen zur Erklärung der vorzüglichsten, bis jetzt angeführten, elektrischen Erscheinungen geben.

§. 1202. Durch das Reiben des Glases an dem Reibzeuge der Maschine entsteht positive Elektricität an dem Glase, und negative Elektricität im isolirten Reibzeuge. (Die Untersuchung über das Wie gehört noch nicht hierher.) Nach der Franklin'schen Hypothese wird also dem Reibzeuge durch das Glas beim Reiben elektrische Materie entzogen, und auf der Fläche des Glases, wegen der nicht leitenden Eigenschaft, angehäuft. Wenn das Reibzeug nun isolirt ist, so kann es seinen Mangel der elektrischen Ma-



terie nicht ersetzen; es ist also negativ elektrisirt. In andern Fällen, wo der reibende elektrische Körper negativ elektrisirt wird (§ 1175.), ist es dieser, der von seiner elektrischen Materie hergibt, und das Reibzeug empfängt, das also in diesem Falle, wenn es isolirt ist, positive Elektricität erlangt, während jener die negative hat. — Nach der dualistischen Hypothese wird durch das Reiben des Glases an dem Reibzeuge der Maschine das  $+E$  des letztern frey; das Glas führt wegen seiner nicht leitenden Eigenschaft dieses  $+E$  nicht gleich durch seine Substanzen weiter, und zeigt nun die Elektricität des  $+F$ ; das  $-E$  des Reibzeuges bindet dieses  $+E$  nicht mehr ganz, und wenn es isolirt ist, so kann dieses  $+E$  in ihm nicht erlöst werden, und sein  $-E$  ist also ebenfalls frey. Daher zeigt das Reibzeug nun negative Elektricität, während das Glas positive hat. Und so ist es auch in den andern Fällen, wenn der reibende elektrische Körper  $-E$  aus dem Reibzeuge losmacht, dann hat dieses  $+E$ .

„Nach der dualistischen Hypothese wird den dem Reiben die nöthige Elektricität, so wohl des Glases als des Reibzeugs, zugeführt. Die Glasleiter etc. sammeln sich absondelt auf dem Glase, die Hergeleitet im Reibzeug. In dieses führt, e kann die letztere nicht abbrechen, und eine neue Elektricität aus dem Erdboden zu fließen. Die Wirkung kann daher nur schwach sein.“

Der Nachtheil, der den Maschinen der zum Theil umgeht, hat seinen Hauptnachtheil darin, daß er durch die entgegengesetzte Elektricität die Anwesenheit des  $+E$  der Maschine erschwächt; das durch wird die Capacität des letztern, und er kann folglich nicht mehr  $+E$  aus dem Reibzeug aufnehmen. Werde entgegengesetzte Elektricitäten des Nachtheils und des Glases binden sich nur wechselseitig ohne sich zu tödten, welches bei gleichen, nicht leitenden Flächen nicht Statt finden kann. So ist es nun bei Reiben der Maschinen verhält, so wird das  $+E$  fast wieder frey und wird vom Zerstörer entzogen. — Man sieht daraus auch leicht den Nachtheil ein, wenn der Nachtheil seine Stellen und Nachbarn haben darf, wenn seine Wirkung nicht sein soll.

§ 1203. Wenn aber das Reibzeug unserer Elektrisirungsmaschine durch leitende Materie mit der Erde verbunden ist, so ersetzt es nach Franklin aus dieser unerschöpflichen Quelle seine abgeführte elektrische Materie wieder: es bleibt also immer im natürlichen Zustande, und kann demnach ins

mit wieder elektrische Materie an das Glas abgeben, wenn diese angeladet wird. Nach der dualistischen Hypothese kömmt die im Auge gefasste freie Glas-electricität ab, wenn das Werkzeug in leitender Verbindung mit dem Erdboden steht; und hierdurch entsteht Raum für neue, an dem Erdboden zustromende natürliche Electricität, die durchs Werden auf die nehmliche Art zertheilt wird. §

§. 2204. Jeder elektrisirte Körper hat eine gewisse oder geringere elektrische Atmosphäre, in welcher sich das elektrische Anziehen und Abstoßen äußert. Der negativ elektrisirte Körper hat sie so gut, als der positiv elektrisirte. Dieser elektrische Wirkungsreis entsteht nach der Franklin'schen Hypothese lediglich durch Vertheilung der natürlichen elektrischen Materie der Luft. Wird nehmlich ein Körper positiv elektrisirt, so wird die abstoßende Kraft der auf ihm angehäuften elektrischen Materie auch auf die natürlich elektrische Materie der Luft thätig, und bringt diese aus ihrem Zustande des Gleichgewichts, so daß sie nun seiner Repulsionskraft in ihren Theilen und Anziehungskraft gegen andere Materien um den elektrisirten Körper herum äußert, und zwar mit einer Intensität, die dem oben (§. 1199) eingeführten Gesetze gemäß ist. Die Luft empfängt daher als ein Nichtleeres kein elektrisches Fluidum durch Auswaschung von dem elektrisirten Körper, als in sofern sie leere Substanz enthält. Wird hingegen der Körper negativ elektrisirt, so wird auch der natürliche Zustand der Electricität der Luft gehoben; ihre natürliche elektrische Materie strebt in den Körper einzudringen, oder wird von dem Körper gezogen, ohne sich doch, wegen der nichtleitenden Eigenschaften der Luft, ihm mittheilen zu können. Wegen dieser gegen den negativ elektrisirten Körper strebenden elektrischen Materie der Luft sucht diese sie aus andern Materien anzuziehen, ebenfalls mit einer Intensität, die sich umgekehrt verhält wie das Quadrat der Entfernung von dem elektrisirten Körper. — Nach der dualistischen Hypothese ist die

Erklärung folgende. In dem positiv elektrisirten Körper ist  $+E$  thätig; es äußert seine abstoßende Kraft auf das natürliche  $+E$  der Luft, und seine anziehende auf das natürliche  $-E$  derselben. Es bedarf also das letztere, ohne sich doch damit zu sättigen, welches die nicht leitende Eigenschaft der Luft hindert (d. h., es schwäche nur die Anziehung des letztern zum ersten, wodurch dieses in einen freieren Zustand versetzt wird). Das natürliche, nun sensibel gewordene  $+E$  der Luft äußert nun wieder seine Thätigkeit, d. i., Repulsionskraft in seinen Theilen, und anziehende Kraft gegen das  $-E$  anderer Körper. Wenn der Körper negativ elektrisirt ist, so ist alles umgekehrt.

§. 1205. Wenn ein isolirter leitender Körper dem positiv elektrisirten Körper genähert wird, so daß er in seinen Wirkungskreis kommt, so äußert nach Franklin's Hypothese die thätig gewordene elektrische Materie der Luft in diesem Wirkungskreise (§. 1204.) ihre abstoßende Kraft auf das natürliche elektrische Fluidum dieses Leiters, und sucht sich gleichförmig zu verbreiten, ohne doch, wegen der nicht leitenden Eigenschaft der Luft, in den Leiter übergehen zu können. Die natürliche elektrische Materie des Leiters wird also auch aus dem Gleichgewichte gebracht, oder thätig; sie häuft sich also in dem entferntern Ende des Leiters mehr an, während sie in dem genäherten Ende unter ihre natürliche Menge vermindert ist. Ist hingegen der Körper negativ elektrisirt, so strebt die natürliche elektrische Materie des isolirten Leiters, die der Luft, welche gegen den elektrisirten Körper hinstrebt (§. 1204.), zu ersetzen; seine natürliche elektrische Materie wird also ebenfalls aus dem Gleichgewichte gebracht und thätig, und das entferntere Ende des Leiters wird negativ, das genäherte positiv elektrisirt. In beiden Fällen entsteht also Electricität durch Verteilung, nicht durch Mischung; und es erklärt sich hieraus ungeszwungen das oben (§. 1196.) angenommene dritte Gesetz der entgegengesetzten Electricitäten. Nach der dualistischen Hy-

potheſe ſtrebt in dem einen oder andern Falle das ſich be-  
findende natürliche  $+E$  oder  $-E$  der Luft in dem Innern der  
Höhle des elektrifirten Körpers, das natürliche  $-E$  oder  
 $+E$  des isolirten Leiters anzuziehen, und das natürliche  
 $+E$  oder  $-E$  beſſen abzuſtoßen. Es entſteht alſo in dem  
ſelben Leiter Elektricität durch Theilung, nicht durch An-  
ziehung; und es erklärt ſich darnach der Erfolg des ange-  
führten dritten Geſetzes der Elektricitäten.

§. 1206. Wenn man den isolirten Leiter, ohne ihn  
mit einem andern Leiter berührt zu haben, wieder aus dem  
Berührungspunkte des elektrifirten Körpers entfernt, ſo hält  
ſeine Elektricität wieder auf. Seine auf ihm ungleichförmig  
vertheilt geworrene natürliche elektriſche Materie verbraucht ſie  
wieder gleichförmig; und da er nichts davon verliert,  
nichts dazu empfangen hat, ſo iſt er wieder im natürlichen  
Zuſtande der Elektricität. — Oder bey dem Wiederan-  
ſetzen des Leiters binden und ſättigen ſich ſeine natürlichen  
 $+E$  und  $-E$  wieder von neuem, und es wird daraus  
weder  $0E$ .

§. 1207. Wenn der in den Wirkungskreis des elek-  
trifirten Körpers gebrachte Leiter nicht isolirt iſt, ſo entſteht  
 zwar auch in dem genäherten Ende aus den verſchiedenſtän-  
digen Gründen die entgegengeſetzte Elektricität; aber in dem  
entfernten Ende ſetzt ſich alles, wegen der Nichtisolirung,  
 ins natürliche Gleichgewicht.

§. 1208. Je näher der leitende, isolirte oder nicht  
isolirte Körper dem elektrifirten kommt, deſto mehr werden,  
 aus leicht einzusehenden Gründen, die entgegengeſetzten  
 Elektricitäten auf einander wirken können, ſo daß endlich  
 die auf dem poſitiv elektrifirten Körper angehäufte elektriſche  
 Materie die Luftſchicht durchbricht, und ſich auf beide Kör-  
 per nach den Regeln des Gleichgewichts vertheilt. Es ent-  
 ſteht in dieſem Falle ein Funke, und wenn der leitende Kör-  
 per isolirt iſt, Elektricität durch Theilung, durch Abgabe  
 oder Annahme von elektriſcher Materie.

§. 1209. Wenn man in den vorher (§. 1205) angeführten Fällen das entferntere Ende des Leiters mit dem Finger oder einem andern leitenden Körper berührt, während das andere Ende in dem Wirkungskreise des elektrisirten Körpers ist, so entsteht ein Funke, und die Elektricität an diesem Ende hört auf. Ist nemlich das berührte Ende positiv elektrisirt, so tritt das elektrische Fluidum von demselben an den Finger über, und setzt sich ins Gleichgewicht. Ist es hingegen negativ, so ergießt sich aus dem berührenden Finger oder Leiter elektrische Materie in dasselbe, und das Gleichgewicht wird ebenfalls hergestellt. Das dem elektrisirten Körper genäherte Ende des Leiters behält dessen ungeachtet die entgegengesetzte Elektricität, weil die Ursachen dazu fortdauern. Entfernt man nun den berührten Leiter aus dem Wirkungskreise des elektrisirten Körpers, und zwar so, daß er isolirt bleibt, so hat er jetzt durchaus die ungleichnamige Elektricität des elektrisirten Körpers, indem sich im erstern Falle die an dem entferntern Ende nur in der natürlichen Dosis desselben zurückgebliebene elektrische Flüssigkeit auch wieder in das vorher negativ gewesene Ende verbreiten muß, folglich nun im ganzen Leiter die elektrische Materie unter den Sättigungspunkt vermindert ist, also Minus-Elektricität macht; im andern Falle hingegen die an dem genäherten Ende über den natürlichen Zustand desselben angehäufte elektrische Materie sich jetzt über das andere Ende verbreitet, das seine natürliche Quantität schon hat, und folglich der Körper im Ganzen Plus-Elektricität erlangen muß. — Nach der dualistischen Hypothese zieht im erstern Falle das freigewordene  $+$  K an dem entfernten Ende des Leiters aus dem berührenden Finger — K an, sättigt sich damit, es entsteht ein Funke, und es hört alle sensible Elektricität an diesem Ende auf. Entfernt man nun den berührten Leiter isolirt aus dem Wirkungskreise des positiv elektrisirten Körpers, so hat er (wegen des — K in dem genäherten Ende) jetzt — K + K = K, ist also negativ elektrisirt. So ist es nun auch im andern Falle, wo der

elektrisirende Körper freies — E hatte; dann sättigt sich das freigewordene — E des entferntern Endes des Leiters mit + E aus dem ihn berührenden Finger, und nach der Entfernung aus dem Wirkungskreise hat der isolirte Leiter nun + E — E + E, oder ist positiv elektrisirt.

§ 1210. Jetzt läßt sich nun auch leicht nach beiden Hypothesen einsehen: warum die positive Elektricität des Glaszylinders nicht so stark ist, wenn der Conductor der Maschine ihm genähert ist, als wenn dieser entfernt ist; warum der Conductor der Maschine die stärkste Elektricität erhält, wenn das Reibzeug nicht isolirt ist; warum die negative Elektricität des isolirten Reibzeuges am größten ist, und warum bey übrigens gleichen Umständen die Funken stärker sind zwischen einem positiv elektrisirten Conductor und einem negativ elektrisirten, als zwischen einem elektrisirten Conductor überhaupt und einem nicht elektrisirten Leiter.

§ 1211. Wenn man erwägt, daß jeder elektrisirte Körper einen elektrischen Wirkungskreis hat (§ 1204); wenn man sich ferner eine richtige Vorstellung von der Entstehung dieser Wirkungskreise und der Art und Weise ihrer Wirkksamkeit (§. 1205.) macht, und hiermit den Erfolg des dritten Gesetzes der Elektricität verbindet; so wird man die Erscheinungen des Anziehens leicht, beweglicher leitender, isolirter oder nicht isolirter Körper, und das Abstoßen der ersten nach der Theilung der Elektricität, sie mag positiv oder negativ seyn, nach der Franklin'schen Hypothese so leicht erklären können, als nach der dualistischen.

§ 1212. Eben so leicht folgt daraus die Erklärung des ersten und zweiten Gesetzes der entgegengesetzten Elektricitäten (§§. 1188 — 1191.). Es sehen z. B. zwei Kugeln positiv elektrisirt, so stoßen sie von einander, weil sie ihren Ueberfluß der elektrischen Materie an die umgebende Luft abzugeben streben. Ein einzelnes so elektrisirtes Kugeln würde auch nach allen Seiten hin gleichmäßig



thun; es muß also in Ruhe bleiben. Bei zweyen oder mehreren sich berührenden hingegen muß jene Tendenz nach der äußern Seite hin stärker seyn, als nach der andern; sie scheinen also einander abzustößen. Die Erklärung ist nicht schwieriger, wenn die Korkkugeln auch negativ elektrisirt sind. Sie streben dann ihren Mangel der Elektricität aus der umgebenden Luft zu ersetzen, und scheinen sich also abzustößen, da doch eigentlich auch hier die elektrische Atmosphäre auf ihrer äußern Seite ihre Entfernung bewirkt. Man braucht also seine Zuflucht gar nicht zu der Luft zwischen ihnen zu nehmen, was in dem Falle, da sie sich erst berühren, nicht einmal anginge. Bei zwey ungleichnamig elektrisirten, isolirten, leicht beweglichen, leitenden Körperchen, die einander genähert werden, muß, wie man nun leicht einseht, das Streben nach der innern Seite zu stärker, als nach der äußern Seite der Wirkungsreise seyn; sie müssen sich also einander nähern, oder den Erfolg des zweyten Gesetzes zeigen.

§. 1213. Das wechselseitige Schwingen eines leicht beweglichen isolirten Leiters zwischen einem elektrisirten und nicht elektrisirten Körper; oder zwischen zwey ungleichnamig elektrisirten Leitern, wie der Tanz papierner Puppen, das elektrische Glodenspiel, bedürfen nun keiner weitern Auseinandersetzung, sondern fließen aus dem Angeführten von selbst.

„Eine vielleicht genüßendere Deuthe lung beider Hypothesen dürfte die Erregung der der einen wie der andern gemachten Einwürfe gewähren, die wir weiter unten zu geben versuchen werden.“ Kr.

### Die verstärkte Elektricität.

§. 1214. Wenn man in ein Zuckerglas, das auswendig und inwendig, bis einige Zoll unter seinem Rande, mit Stanniol überzogen ist, und das auf einem leitenden Tische steht, von dem Conductor der Maschine einen Messingdrath bis auf den Boden des Glases herabhängt, und



dann elektrisirt, hierauf aber den äußern Ueberzug des Glases mit der einen Hand, den Trach, oder den Condensator der Maschine, mit welchem der innere Ueberzug noch in lebender Verbindung ist, mit der andern Hand anfaßt, so entsteht nicht nur ein sehr lebhafter, mit einem Gepränge hervorstechender Funke, sondern man empfindet auch eine Erschütterung in den Gelenken beider Arme. Einen ganz ähnlichen Erfolg hat es, wenn man das Glas nach dem Elektrisiren von der Maschine abnimmt, und dann rasche Ueberzüge zugleich berührt.

§. 1215. Dieser merkwürdige Versuch heißt der Kleistsche Versuch, weil ihn von Kleist zuerst (1745) anstellte; Linnäus, Adenau und Müllendroet machten ihn ebenfalls (1746.) und daher heißt er auch der Leidnersche oder der Müllendroetsche Versuch. Sonst wird er wegen seiner Wirkung auch der Erschütterungsversuch genannt. Die dazu vorzunehmende Vorrichtung heißt die Leidner, oder die Kleistsche, oder die Erschütterungsflasche, am schicklichsten die Verstärkungsflasche; und die Elektricität, welche sie hat, die verstärkte Elektricität.

§. 1216. Anfangs nahm man dazu eine gläserne Flasche, die man etwa bis zur Hälfte mit Wasser füllte, und mit einem Kork verstopfte, durch welchen ein Metalltrach bis ins Wasser der Flasche ging. Man elektrisirte diesen Trach durch Mittheilung, während daß man die Flasche in der Hand hielt, oder in anderes Wasser etwa zur Hälfte einsetzte, in welches die Person, welche den Versuch anstellen wollte, einen Trach steckte. Nachher fand man, daß jede andere gut leitende Substanz die Stelle des Wassers in der Flasche vertreten könne, als Quecksilber, Eisen, u. dergl.; und endlich sah man ein, daß dazu ein leitender Ueberzug der äußern und innern Fläche des Glases bis einige Zoll unter dem Rande despfücken hinreichend sey, und alles kühle, und daß es auf die Figur des Glases nicht

ankomme, sondern daß auch eine Glasaufel selbst dazu vorgerichtet werden könne.

Die elektrisirte Weinflasche.

Das elektrisirte Trinkwasser.

§. 1217. Dieser Ueberzug des Glases heißt die Belegung (*Armatura*), und das damit versehenes Glas die belegte Flasche oder die belegte Glasaufel. Man wählet zu diesen Belegungen dünne Metallblätter, die aber nicht durchlöcheret seyn müssen, gewöhnlich Stanniol, den man mit Hausenblase oder Gummirwasser auflebt. Man muß hervorragende Ränder so viel als möglich verhüten, und alles recht eben und glatt machen. Der Rand der Flasche oder der Glasaufel muß öftentmal auf beyden Seiten, bey größern wenigstens mehrere Zolle, frey und unbedeckt bleiben.

Eine vortheilhafte Methode, die Flaschen zu belegen, leitet Bohnenbrat: Beiträge zur theoret. u. pract. Electrodynamicke Th. IV. S. 161 f.

§. 1218. Statt des Glases kann jeder andere nichtleitende Körper dienen, wenn er nur nicht zu dick ist, seine Enden gegen einander über liegenden Flächen mit leitender Materie belegt, und die Ränder dieser Belegung einander nicht zu nahe sind.

Wenn ein Leiter sich in dem Wirkungskreise eines andern Leiters befindet, so ist dieß allerdings als eine Belegung der Luftschicht dazwischen anzusehen.

§. 1219. Die eine Belegung der Flasche oder der Glasaufel wird am besten durch Mithheilung elektrisirt. Die andere Belegung muß aber nicht isolirt, sondern mit andern leitenden Materien in Verbindung seyn; wenigstens muß sie im erstern Falle zu wiederholten Malen mit einer Substanz berührt werden, wenn die von ihr aufzunehmende Elektricität stark werden soll. Ist die andere Belegung ganz isolirt, so wird die Flasche oder die Glasaufel gar nicht geladen werden. Am schnellsten geschieht die Elektrisirung der Kleistschen Flasche dadurch, daß man die eine Belegung

mit dem isolirten Reibzeuge, die andere mit dem Condensator der Maschine in leitende Verbindung setzt.

§. 1220. Die Kleistsche Flasche oder die Glasflasche heißt in dem Zustande, daß sie die Erschütterungsanfang giebt, geladen (*Vitrum oneratum*); und ihre Entladung geschieht (*exoneratur*), wenn man die innere und äußere Belegung durch leitende Materie in Verbindung setzt. Wenn sich mehrere Personen zusammen anfass'n, und die erste die äußere Belegung, oder eine daran befestigte Kette hält, die letzte aber die innere Belegung oder den dazwischen verbundenen Leiter berührt, so bekommen sie alle die Erschütterung. Bei einer schwachen Ladung der Flasche, und wenn die Personen, die sich anfass'n, sehr viele sind (oder der Erschütterungskreis sehr groß ist), und sie normal auf feuchtem Boden stehen, empfinden aber auch oft nur wenige, die an den beiden Enden stehen, die Erschütterung.

Des Franklinische Zauberstäbche, der Hocherzath, und die Entladung.

Die elektrische Thüre.

§. 1221. Die Geschwindigkeit der Elektricität bei dem Entladen der Flasche ist erstaunend groß, „obz gleich beträchtlich geringer als die des Lichts, denn wir sehen z. B. Anfang und Ende des Blitzes und eines grellen elektrischen Funkens; vergl. Helwig in Gilbert's Ann. V. 11. S. 137.“

§. 1222. „Watson versuchte 1747. die Geschwindigkeit zu messen, mit welcher die beiden E. einer geladenen Leidener Flasche sich zu o. k. ausgleichen. Er verband so dem Ende die Belege mit Dräthen, die zusammen 4 engl. Meilen durch die feuchte Erde gelegt werden waren, und in einem zweiten Versuche mit solchen, die 2 engl. Meilen über und eben so lang durch die Thymse geführt wurden, und vermochte in beiden Versuchen die Bewegungsgeschwindigkeit der E. nicht zu messen; indeß bezeugt Singer (a. a. D. S. 93) die Genauigkeit des Versuchs.“

§. 1223.

§. 1223. Wenn die leitende Substanz, durch welche der Erschütterungsfluß gehen soll, nicht ganz zusammenhängend ist, sondern aus mehreren an einander stehenden, sich nicht berührenden, leitenden Körpern besteht, so entstehen zwischen dieser Unterbrechung Funken.

§. 1224. Wird die Flasche überladen, so entladet sie sich auch von selbst über den unbelegten Rand, und manchmal wird dadurch auch das Glas geschnitten.

§. 1225. Die Stärke der Ladung hängt bei übrigens gleichen Umständen von der Größe der Belegung ab. Die Dicke des Beleges trägt zur Stärke der Ladung nichts bei. Sonst ändern aber auch zufällige Umstände die Stärke der Ladung sehr ab: wie z. B. die mehr oder weniger isolirnde Eigenschaft des Glases, die von seiner größern oder geringern Dicke, von seiner Reinigkeit, und auch von seiner Temperatur abhängt; mehrere oder mindere Trockenheit der Luft, die Continuität der Belegungen, und ihre verschiedene glatte Oberfläche.

§. 1226. Es giebt zwar allerdings für eine Elektrisirmaschine von bestimmter Wirksamkeit ein gewisses Maximum der Dicke des Glases, wenn es nach der Belegung der elektrischen Ladung fähig seyn soll; es ist aber auch gewiß, daß zu dünnes Glas nicht diejenige Stärke der Ladung, ohne geschnitten zu werden, aushält, die ein dickeres Glas bei übrigens gleichen Umständen aushalten kann. Bohnenberger hat sehr schätzbare Erfahrungen über die vortheilhafteste Dicke der Gläser und Höhe des unbelegten Randes derselben mitgetheilt.

J. C. Bohnenberger über die Ladung des dicken Glases; in seinen Beiträgen zur theoretischen und praktischen Elektricitätslehre. Erstes St. 8, Leipzig, 1733 S. 1 ff. Zweites St. 1734. S. 11 ff.

„Nach den Beobachtungen anderer Naturforscher geschehen stärkere Mater durch Elektrisirung leichter, als dünne. Nach beiden Hypothesen kann ein dickes Glas eine viel stärkere Ladung annehmen, als dünne; aber die Elektrisirung geschieht dann auch mit einer verhältnißmäßig sehr großen Kraft.“

Erstes Naturwerk, des 1. St.

Kc

§. 1227. Den gleichen Leitungskraft nimmt Ueber-  
der Erschütterungsfunkte in der Entladung allemal den kür-  
zesten Weg.

Der Auslader.

Cavullo a. a. O. S. 129.

Serret's allgemeiner Auslader.

Cavullo a. a. O. S. 127.

§. 1228. Der leitende Körper, durch welchen die  
Erschütterungsfunkte oder der Schlag geht, wird nicht ab-  
erisirt, wenn er auch isolirt ist.

„Über Eisen, welches in der Kiste des magnetischen Kreises  
schwebend hängt oder ruhend liegt, wird durch den Erschütterungs-  
funken magnetisch.“

§. 1229. Nach der ersten Entladung zeigt die Flasche  
noch einen geringen Erschütterungsfunkte, wenn man beide  
Belegungen zusammen berührt.

§. 1230. Wenn die geladene Flasche oder belegte  
Tafel vollkommen isolirt ist, so zeigt keine Belegung einen  
einen Funken, wenn man sie berührt. Bei einer ersten  
Lust verliert sie auch in langer Zeit ihre Elektricität nicht.  
Sie behält sogar ihre Ladung, wenn man die dazu an-  
gehörigen beweglichen Belegungen einzeln durch isolirte Kör-  
per trennt, und zeigt sie wieder, wenn man die- oder  
andere wieder anbringt, und gehörig durch leitende Körper  
in Verbindung setzt. Ist die äußere Belegung nicht isolirt,  
so kann man zu wiederholten Malen aus der innern Be-  
legung der geladenen Flasche Funken ziehen.

§. 1231. Wenn man einen gekrümmten und an be-  
den Enden zugespitzten Draht der innern und äußern Be-  
legung zugleich entgegenhält, so wird die elektrische geladene  
Flasche, oder die belegte Glas Tafel, ohne den Erschüt-  
terungsfunkte entladen, und vielmehr mit einem zuckenden  
Überschäumen. Hat man die Flasche durch den Condensator  
der Glasmaschine geladen, so zeigt sich an der Spitze des  
Drahtes, die der innern Belegung zugekehrt ist, ein leuch-  
tender Stern, wie bei der positiven Elektricität (§. 1150.).

an der der äußern Belegung zugekehrten Spitze aber ein Feuerbüschel, wie bey der negativen Elektricität.

„Richmann's Vorrichtung, um zu sehen, wie das elektrische Gespenst zweyer geladenen Belege sich verhält, bey *Diop. 2. 2. O. V. 1. C. 390.*“

§. 1232. Man findet ferner allemal, daß die äußere Belegung der geladenen Kleist'schen Flasche die entgegengesetzte Elektricität der innern Belegung, oder daß sie die negative hat, wenn die innere die positive brüht, und umgekehrt. Zwischen einem mit der äußern Belegung in leitende Verbindung gebrachten leitenden Körper und einem mit der innern Belegung verbundenen Körper stellt man leicht bewegliche isolirte leitende Körper hin und her, und entladet dadurch die Flasche allmählig.

Auf diese Art lautet ein elektrisches Wochenspiel aus beständiger Zeit lang.

§. 1233. Wenn man eine Kleist'sche Flasche isolirt, und ihre äußere Belegung mit der innern Belegung einer andern, die nicht isolirt ist, in leitende Verbindung setzt, und dann ihre innere Belegung elektrisirt, so werden beide Flaschen geladen, und zwar mit ähnlichen Elektricitäten. Auf diese Art kann man auch mehrere Flaschen durch einander laden. Allein man findet, daß jede folgende eine immer schwächere Ladung hat, als die vorhergehende.

§. 1234. Man kann endlich auch mehrere Flaschen, deren innere Belegungen unter einander in leitender Verbindung sind, so wie ihre äußern, durch den Conductor der Maschine laden, da denn natürlicherweise bey der Entladung aller dieser Flaschen auf einmal auch der Funke, das Geräusch und der Knall, mit welchem er hervorbricht, und die Krafte, die er äußert, um so beträchtlich größer werden, als die Größe der Belegung bey übrigens gleichen Umständen zunimmt. Da auf diese Art verbundenen Flaschen man den so genannten elektrischen Vatterie aus.

Eine vortheilh. Anordnung, die 2. Fl. eben einer elektrischen Batterie so mit einander zu verbinden, daß nicht nur ihre Behandlung sehr



haben, welches aus dem Fortleben der ersten des Oxygens  
 128 Maass ist, besteht. Daraus ergibt sich, dass das  
 128 Maass Sauerstoff 128 Maass Wasser bildet.

§ 1235. Zu den elektrischen Entladungen der  
 flüchtigen Elektrolyten gehören:

- 1) Die Entzündung einiger entzündlicher Substanzen,  
 wie des Hydrogengases, des Äthers, des Äthers des  
 Selenphosphors, der Baumrinde, des Schwebelins.
- 2) Das Schmelzen dünner Metallstücke.
- 3) Die Tödtung kleiner Thiere, und die Verwundung  
 aller Reizbarkeit in den Thieren, durch welche es  
 hinlänglich starke Funken geht.
- 4) Die Durchbohrung mehrerer Kartentblätter, mehrerer  
 Bögen Papier, der Erde, der Gläserchen.
- 5) Die nachfolgende Durchlöcherung des Zündschtrammens  
 durch den stärksten Funken, und die Anzündung  
 desselben am inneren Pol einer geladenen Blinde,  
 wenn er zuvor durch so hochlaufende Zusammenströmung  
 hundertmal gelöst worden ist, um als Spitze das + den  
 zuzufügen und dadurch in seiner Anziehung zum +  
 st. für die Luft hindurch zu fließen zu lassen.
- 6) Einweichen der Metalle in Glas, Porzellan und Gips  
 (Elektrische Metallverbindungen auf Wurz).
- 7) Verbrennung der Metalle durch Elektrisirung in Sauerstoff-  
 haltiger Luft, und Zersetzung der Oxide (Reduction)  
 durch heftigen Entladungsschlag. Kr."

§ 1236. „Sowohl die chemischen Wirkungen des ver-  
 stärkten wie des einfachen elektrischen Funken auf Ch. misch-  
 wirksame, scheinen unter andern auch darauf hinzuweisen,  
 dass sie verschiedenen Stoffe und deren Gemische, hies  
 chemischen Eigenschaften entsprechende Capacitäten für  
 die Elektricität haben, oder verschiedene Vermögen be-  
 sitzen, das eine oder das andere E zu binden. Da man nur  
 gewisset werden kann, was nicht gebunden wird, so folgt,  
 dass die Capacität für die Elektricität im umgekehrten



Verhältnis der Leitung steht; ein Gesetz, welches sowohl die elektrischen Zersetzungen chemischer Gemische, als auch die Phänomene der Schmelzung, und der ihr häufig folgenden ausströmenden Erglühung nicht besserer einfacher Stoffe durch die Elektricität erläutert; vergl. §. 1183. bis 1186.

„Devol m. Erd u. Chemie. Halle 1809. S. 117.“

Ar.“

§. 1237. Alle diese bisher vorgetragenen Wirkungen und Erscheinungen der kleist'schen Flasche, ihre Ladung und Entladung, lassen sich aus den oben (§. 1188. 1191. 1196.) angeführten Gesetzen der Elektricität, und aus dem Satze, daß dünne Metalle die Verteilung der Elektricität nicht, wohl aber ihre Mittheilung und ihren Uebergang aufhalten (§. 1158.), leicht erklären. Wird nemlich die innere Belegung durch Mittheilung positiv elektrisiert, so bewirkt die darin angehäufte elektrische Materie, vermittelt ihrer Repulsionskraft, eine elektrische Atmosphäre im Glase, das deshalb nicht zu viel kann darf, und die natürliche elektrische Materie der äußern Belegung wird abgestoßen. Ist diese äußere Belegung isolirt, so kann das daraus abgestoßene elektrische Fluidum nicht abgeführt werden; es wirkt also durch seine eigene Repulsionskraft auf das der innern Belegung zugeführte elektrische Fluidum zurück, verhindert dessen Anhäufung daseist, und die Flasche kann also nicht geladen werden (§. 1220). Jetzt erhellt auch, warum man während des Ladens die isolirten Flasche einen Funken erhält, wenn man die äußere Belegung mit einem Leiter berührt, und warum so durch öfters Berühren derselben die Flasche geladen werden kann. Ist die äußere Belegung nicht isolirt, so kann ihre abgestoßene natürliche elektrische Materie abgeführt, es kann folglich die der innern Belegung zugeführte daseist angehäuft, und die Flasche kann geladen werden. So viel elektrische Materie der innern Belegung zugeführt wird, so viel wird dadurch aus der äußern Belegung abgestoßen. So viel also die innere Belegung einen Ueberschuß an elektrischer Materie empfängt, so viel elek-

der die äußere daran Verluft. Es folgt hieraus: daß die äußere Belegung negativ elektrifirt fern muß, während die innere es positiv ist, wie auch die Erfahrung lehrt (§. 1232) daß man eine Flasche durch die andere zugleich laden könn (§. 1239.) und daß nach der Ladung die Quantität des elektrischen Fluidums in beiden Belegungen, wenn diese anders gleichen leitenden Gläsern auszu haben, nicht größer oder kleiner ist, als vor der Ladung (?), welches keineswegs der Fall ist, wenn die geladene Flasche mit ihrer innern Belegung noch mit dem Conductor der Maschine in leitender Verbindung ist.

§. 1238. Wird die innere Belegung der Flasche negativ elektrifirt, so wird ihr von ihrer natürlichen elektrischen Materie entzogen. Die natürliche elektrische Materie der äußern Belegung strebt dann diesen Mangel zu ersetzen, und die äußere Belegung zieht also von den berührenden Leitern so viel elektrische Materie an, als die innere Belegung davon verliert. Die äußere Belegung wird also in diesem Falle positiv elektrifirt, und die abstoßende Kraft dieser besteht in angehäuften elektrischen Materie verleiht die Entziehung derselben von der innern Belegung. Ist die äußere Belegung isolirt, so kann die Flasche nicht geladen werden, weil die jetzt vertheilte Anziehung der Materie der äußern Belegung zum elektrischen Fluidum die Entziehung desselben von der innern Belegung hindert.

§. 1239. Man sieht also, daß nach der Franklin'schen Hypothese in der Erklärung der Ladung der Flasche alles, wie bei der Erklärung der elektrischen Wirkungskreise und ihres Geschehs (§. 1234 f.), auf abstoßende und anziehende Kraft zurückgebracht werden kann.

§. 1240. Die auf die eine oder andere Art geladene Flasche zeigt nun, wenn sie völlig isolirt ist, bei der Berührung ihrer einzelnen Belegungen keine Electricität, weil die anziehende Kraft der negativen Belegung zu der auf der positiven Belegung angehäuften elektrischen Materie schon

durch diese ins Gleichgewichte gebracht ist, und deshalb aus dem berührenden Leiter keine elektrische Materie weiter anzieht; die elektrische Materie auf der positiven Belegung durch diese Anziehung der negativen Belegung in ihrer abstoßenden Kraft ebenfalls ins Gleichgewicht gebracht ist, und sich also keinem berührenden Leiter weiter mittheilen kann<sup>7)</sup>. Bringt man aber beide Belegungen in leitende Verbindung, so geht der Ueberschuß der elektrischen Materie der positiven Seite auf die negative Seite gänzlich über, und der natürliche elektrische Zustand beider Belegungen wird wieder hergestellt. Muß der elektrische Strom hierbei die Luft durchbrechen, oder durch einen Nichtleiter gehen, der ihm nicht Widerstand genug entgegenstellen kann, oder kann der Leiter den ganzen Strom nicht fassen; so entsteht Explosion. Zugleich erhellt hieraus, warum der Durchgang des elektrischen Stroms durch den isolirten ausladenden Leiter diesen nicht elektrificirt (§. 1228).

<sup>7)</sup> „Doch ist nicht genau der Ladung gemäß; denn wenn man bloß der innern Belegung einen Leiter ansetzt, so erhält er Vermischung auf einander stehende stehende Hooken, durch welche sich die Ladung langsam entladet. Die äußere Belegung allein zeigt keine Elektricität, wenn sie in leitender Verbindung mit dem Boden steht. Setzt man sie so, so ist sie allerdings der Ausladung einer Zeit der Erzeugung von Elektricität.“

§. 1241. Nach der dualistischen Hypothese läßt sich die Erklärung der Ladung und Entladung der belegten Flasche und der begleitenden Phänomene ebenfalls leicht geben. Wird nämlich die innere Belegung durch Mischung elektrisch, z. B. + E, so stößt die dem Glase zugeführte Elektricität die gleichnamige der äußern Belegung ab, und hinterläßt die ungleichnamige oder das — E. Ist die äußere Belegung isolirt, so kann sie ihr abgestoßenes + E nicht fassen lassen, und ihr — E wird nicht frey: folglich kann auch die innere Belegung kein + E erhalten, und die Flasche kann also nicht geladen werden (§. 1220). Berührt man aber die äußere isolirte Belegung, während daß der innern + E zugeführt wird, mit dem Finger, so erhält man einen Funken, indem nun das abgestoßene + E sich mit — E aus dem

Zinger sättigen kann. In die äußere Belegung nicht li-  
het, so kann dieses  $+K$  stets abgeführt und die Flasche ein-  
lig geladen werden. Die geladene Flasche zeigt nun, was  
sie völlig isolirt ist, bey der Berührung ihrer einzelnen Be-  
legung keine Funken, weil das  $+E$  der einen Seite durch  
das Glas hindurch hindert, daß das  $-K$  der andern Seite  
sich nicht mit neuem  $+E$  aus dem berührenden Leiter sättigen  
kann, und auch das  $-K$  der einen Seite nicht zuläßt, daß  
das  $+K$  der andern Seite frisches  $-K$  fänge. Bringt  
man obre beyde Belegungen in Verbindung, so fällt die  
Ursach weg, und beyde entgegengesetzte Elektricitäten sät-  
tigen sich nun durch weß den Uebergang, da sie sich vorher  
nur banden, und es entsteht der Erschütterungsfunk. In-  
gleich erhebet aber auch hieraus, warum dieser dem isolirten  
Leiter, durch welchen er geht, keine Elektricität erzeugt  
(§ 1228). Eben so läßt sich auch daraus einsehen, warum  
man nach §. 1233. eine Flasche durch die Belegung mit  
andern elektrif. kann.

§ 1232. Die Elektricitäten haften eben so gut in der  
Fläche des Glases fest, wie auf der Belegung: daher zeigt  
auch das Glas, von der isolirten Belegung durch isolirte  
Körper getrennt, und mit neuer Belegung versehen, noch  
Ladung (§. 1230.), und giebt aus eben diesem Grunde nach  
der ersten Entladung noch einen zweyten schwächeren Erschüt-  
terungsfunk. (§. 1229.)

„Ich betrachte beyde Hypothesen bloß als Hülfsmittel, die Natur  
der Elektricität an ein anschauliches Bild zu stellen; und da ich in  
der Natur nicht finde, daß die Elektricität zwey verschiedene  
Arten hat, so nehme ich an, daß die Elektricität nur eine Art ist, die  
sich in zwey verschiedene Zustände setzen läßt. Wenn sie in den  
ersten Zustand übergeht, so wird sie positiv genannt, wenn sie in  
den zweyten übergeht, so wird sie negativ genannt. Man kann auch  
sagen, daß die Elektricität in zwey verschiedene Zustände über-  
geht, nämlich in den Zustand der positiven und negativen Elektricität.“

„Der Mangel an einem positiven und negativen Zustand der Elektricität  
ist ein wichtiger Grund, warum man nicht annehmen kann, daß die  
Elektricität aus zwey verschiedenen Arten besteht. Wenn man an-  
nimmt, daß die Elektricität aus zwey verschiedenen Arten besteht,  
so muß man auch annehmen, daß die Elektricität in zwey verschiedene  
Zustände übergeht, nämlich in den Zustand der positiven und negativen  
Elektricität. Wenn man annehmen kann, daß die Elektricität aus  
zwey verschiedenen Arten besteht, so muß man auch annehmen, daß  
die Elektricität in zwey verschiedene Zustände übergeht, nämlich in  
den Zustand der positiven und negativen Elektricität.“

Es ist jedoch, wenn's nur auf's Glatte, in der Abreibung steht, ob elektrischer Körper an sich, oder man nur ausmachen darf: es wäre die Hauptfrage in Bezug auf die elektrische und die chemische (raumverändernde) der Materie, welche beide zu acht anzusehen, wodurch die Theile jedes einzelnen Schwammes abhoben, so daß die eine das Innere der Theile der anderen und umgekehrt ist (und daß wir ihm auch die Seite der Polaritäten der Wechselwirkung der elektrischen und der chemischen Materie, und ohne Elektricität die Seite der so genannten Einheit zu geben, als die Elektricität ohne irgend einen Teil nicht existirt. In dem Fall von elektrischer Wechselwirkung bestimmte die Elektricität, in der man sich die chemische Materie zur Abweisung ist, und so auf Grund der elektrischen sich abheben läßt, konnte man dergleichen Materie auch jenseits der Abweisung der chemischen Materie annehmen, wie z. B. in der elektrischen Wechselwirkung ja überdem annehmen. Diese selber hätte sich wieder ein, und man weiter unten als O. (Es geht) und so, bis in die positive elektrische Wechselwirkung getauchter Körper, was zu werden. und die positive Materie wäre die natürliche Aequivalente der elektrischen Materie des einseitigen Körpers zur Abweisung (ohne die so genannten) und auf umgekehrt ein in die negative Wechselwirkung getauchter Körper „positiv“ würde, was die Elektricität der elektrischen Materie aus ihm herauszieht, um in die negative Materie überzugeben, und aus ihm dieser die elektrischen Aequivalente der elektrischen Materie, d. h. so ist es. Im ersten Fall werde man die Materie der getauchten Körper positiv, während seine Aequivalente negativ elektrisch, im letzteren Falle hingegen negativ, das Innere negativ, und die Elektricität der Materie nach diesen zu fließen, und so würde die Materie in beiden Fällen nach einem Ende, welches man die Vertheilung der Elektricität nennt. Wäre das die Vertheilung folgenden Versuch an, den man der elektrischen Materie für möglich erachten, bevor man zu der Betrachtung weiter gehen.

§. 1233. Man setze einen Conductor aus zwei von einander trennbaren Stücken: A und B zusammen, bringe beide unter sich in Verührung, und halte eine zuvor durch Reiben positiv elektrisch gemachte Glasröhre über das Stück A, ziehe dann, sobald dieses geschehen, B zurück (jedoch ohne dabei B mit Abstreifen zu verühren) so wird A negativ, B hingegen positiv sein (und wenn man statt der geriebenen Glasröhre zuvor über A geriebenen Schwefel gehalten hätte, so wird A positiv, und dagegen B negativ erscheinen) d. h. es werden A und B durch Vertheilung entgegengesetzt elektrifizirt werden kann. Kr.

Ob die Elektricität des vorstehenden Versuchs sehr nur aber in der That ein positives, was nicht ersicht ist: es soll nach dem ersten der Elektricität der Glasröhre aus A das Fehlen B treiben, ohne so der dadurch in die Elektricität der Materie der beiden Stücke von A nachzubringen; ist aber eine solche Vertheilung nicht denkbar, indem





abänderte, daß man dem — E neben geringerer Geschwindigkeit  
 vermehrte Menge des elektrischen Stoffes, d. h. + E dasitzen neben  
 größerer Geschwindigkeit auch mehr Stoff (wenn die Elektricität  
 gering war, würde man Masse lassen können zählende, und  
 mithin beide E. als ein und dieselbe brennende Materie betrachte,  
 deren Bewegungsgröße (als die Produkte der Masse in die Geschwin-  
 digkeiten) oder verschieden seyen. Dann würden folgende Beispiele  
 leicht zu beschaffen seyn, die man der rein mathematischen Zweck-  
 macht hat. Ersetzt es seyen + E. und — E einander entgegen gesetzte,  
 verschiedenartige Massen, so ist nicht wohl einzusehen, wie ein oder  
 das andere freye E die neutrale Verbindung beider + im 01 gelöst  
 ges. soll, da j. 0 das freye + E, welches ebenfalls dem 01. — E  
 entspricht, um eben so viel + E daraus frey zu machen, als es selbst  
 getragen hat, doch von ihm angestrichen: — E des 01 nicht auf  
 ihre Auflösung zu hüten vermag, da E dies vor der Fortsetzung von  
 seinem eigenen + E durch einen Zünder hatte ich — in der 2ten Ex-  
 perimentalabth. S. 11. P. 231 — geschehen, d. h. der Erde die  
 ganze meinet selbstst. ausgetrochene Nachkommene eines Lichts  
 les druck den Einwurf ausmacht, indem ich bei diesem, daß nicht bald  
 starr durchdringender Nebel nicht fort geschwunden ist, die  
 Ausbreitung seines Lichtes nicht geduldet werden konnte: so ist nicht  
 es doch in der Chemie — und der besten Einwirkung eodet ist war —  
 wenn nicht gleich, doch ähnliche Fälle der Fortsetzung, d. h. die Fort-  
 setzung des wahren in der 2ten 23 am 2ten, oder des wahren  
 zu selbstständigen Fortsetzungen durch Wasser. Ferner, wie es  
 scheint, daß zwei durchdringende Massen aus sich selbst  
 nicht durchdringen können so ähnliche Massen, wie — E. und + E,  
 doch in chemischer Hinsicht so sehr von einander abweichende Massen  
 können selbst nicht wie man es erklären will, daß zwei durch-  
 dringende Massen, wenn sie sich in 01. einen, dieselbe, sei es N. u.  
 man von Vergleichung deutliche Einwirkung bewirken, oder daß das p  
 nicht jedesmal die stärkste Expansionsausbreitung p. 24. viele Wä-  
 re sein werde x. (Dabei Expansions der einen, in dem + E und  
 — E. vor rücksichtlich der Fortsetzungen verschieden, d. h. durch  
 Elektricität, habe ich — mit anderen Worten — schon vor mehr  
 ren Jahren in meinen Schriften über die Chemie, Fortsetzung  
 aus Experimentalphysik zur Fortsetzung veranlaßt, oder bis jetzt ist  
 mein Wunsch noch nicht erfüllt worden, daß man sie auf dem Wege  
 des Experiments der verschiedensten Veränderungen werth halten oder ver-  
 werfen und in beiden Fällen durch Versuche entscheide den mit so gar  
 Theorie der elektrischen Erscheinungen den Mass. ebenen möge. —  
 Daß übrigens die Erscheinung der elektrischen Abstrahlung aus Holz  
 von besonderer Aufmerksamkeit wohl naturgemäßer zu betrachten seyen,  
 veranlaßt ich in meiner Experimentalphysik, Einleit. S. 27. u. Cap. IV  
 und V anzudeuten: zuweilen kommt diese Abstrahlung zu Stande  
 durch folgende Darstellung: Nehmen wir an, daß zwischen zwei  
 Massen der gegenüber befindl. Massen mit + E. beladenen eine gewisse Masse  
 von 01. zwischen sey, so wird die Anziehung, welche jedes der beladenen  
 Massen zu dem — E. dieses zwischen liegenden 01. ausübt, nur halb  
 so groß seyn können, als diejenige ist, wie die es nach der obigen  
 im 01. gegen über ebenfals befindliches 01. zu üben vermöge, es  
 werden daher beide beladenen in ihrer Anziehung bald so stark ge-  
 zogen werden, als dieses in den Richtungen ihrer abgewandten Seiten



der Fall ist, und zwischen diesen letzteren als den überwiegenden  
 erweisen zu können, daß sich den einander entgegen. A. hat be-  
 merkt, daß sich nur zwischen den Reibenden die halbe  
 Stange, hinter sich in derselben Richtung setzen ist verstanden, wenn  
 hiernach die Abhebung aufhört, und sich in Antichron der  
 nämlichen Halbbogen verbindet. — Zum Theil wollten sich auch  
 Halli vorübergehende Aufsätze die Ursache wäre — folgende noch  
 ja stehende Beobachtung, gemäß Urtheilungen erklären konnte.

§. 1244. Dessaignes Versuchen zu Folge, daß  
 sich die elektrischen Erscheinungen in einer eingeseigten  
 und vollkommen trockenen Luft, bei deren Verdünnung  
 und Verdichtung nicht nur nach den verschiedenen Tempera-  
 turen, sondern auch nach dem verschiedenen Grade der elek-  
 trischen Thätigkeit (der natürlichen elektrischen Spannung;  
 der äußern Atmosphäre sehr beträchtlich.

Kr.

„Gibben's Mon. B. XLVIII. S. 42.

Kr.

§. 1245. Bei starker elektrischer Spannung in  
 äußern Luft, kann die Verdünnung der in einem Re-  
 cepten der Luftpumpe eingeschlossenen Luft weiter getrieben  
 werden, ehe die elektrischen Erscheinungen völlig ver-  
 schwinden (und beim Wiederhinzulassen der äußern Luft zur In-  
 nenluft des Recepten erhalten sie ihre anfängliche Stä-  
 tigkeit wieder) als bei schwacher elektrischer Spannung der  
 Atmosphäre.

Kr.

§. 1246. „Wurde die Luft im Recepten bei starker  
 elektrischer Spannung verdichtet, so nahm die In-  
 tensität der Elektricität des eingeschlossenen Elektro-  
 meters anfänglich zu; als hingegen die Luftverdichtung bis zur  
 Hälfte stieg, fieng sie im Verhältniß zunehmender Dichte an  
 abzunehmen, bis sie endlich ganz aufhörte. Wurde die  
 eingeschlossene Luft wieder verdünnt, so nahm die Inten-  
 sität des Elektro- meters wieder zu, und zwar mehr, als sie  
 bei der anfänglichen Compression an Intensität gewonnen  
 hatte. Das Hygrometer st. bei der stärksten Luftverdich-  
 tung auf  $48^{\circ}$ ; und da bei einem Stande von  $85^{\circ}$  die elek-  
 trischen Erscheinungen noch statt fanden, so konnte beim

Luftverdichten eintretende Feuchtigkeitsanhäufung das Aufhören jener Erscheinungen nicht veranlassen. Kr."

§. 1247. Bei schwacher elektrischer Spannung der Atmosphäre, nahm die Stärke der elektrischen Erscheinungen bei beginnender Luftverdichtung nicht zu, sondern vielmehr schon bei  $\frac{1}{2}$  Verdichtung ab, und verschwand ganz, als die Verdichtung über  $\frac{1}{2}$  stieg. Beim Wiederherauslassen der comprimierten Luft, wurden die elektrischen Erscheinungen wieder merklich stark, nahmen aber mit fortschreitender Verdünnung außerordentlich ab. Kr."

§. 1248. An Tagen starker elektrischer Spannung war die Intensität in kohlensaurem Gase größer, als im Sauerstoffgase, in diesem wieder größer als im Stickgase und Wasserstoffgase, erlosch aber demohngeachtet eher beim Verdünnen und Verdichten in den dichteren Gasen, als im Wasserstoffgase. Umgekehrt schienen die elektrischen Erscheinungen bei schwacher elektrischer Atmosphärenspannung im Stickgase und Wasserstoffgase von größerer Innigkeit und stärker zu seyn, als im Sauerstoffgase und kohlensaurem Gase, und beim Verdichten und Verdünnen schwand in diesem Falle die elektrische Wirkungsstärke in den specifisch schwereren Gasen eher, als in den leichteren. Kr."

§. 1249. Hinsichtlich des elektrischen Lichtes bemerkte Desfaignes, daß, so lange wie der Cylinder der Elektrischenmaschine beim Umbrehen die Kugeln des Elektrometers in der verdünnten Luft auseinander treibt, sich an der empfangenden Drathspitze desselben ein leuchtender Punkt zeigt, das Reibzeug aber nicht leuchtet, einige WäscHEL ausgenommen, welche stellenweise daraus hervorbretchen. Sobald die Kugeln nicht mehr divergiren, hört auch die Drathspitze zu leuchten auf, und aus dem Reibzeuge kommen keine WäscHEL mehr, sondern es zeigt sich statt dessen ein, zwischen dem Kissen und dem Cylinder beschränkter, bleibender Schein, welcher glänzt, so lange man den Cylinder dreht, und der an Tagen starker Spannung wes-





einen Funken: und dieß kann man sehr lange Zeit lang wiederholen.

§ 1254. Diese Vorrichtung heist ein Elektrophor oder beständiger Elektricitäts-erzeuger (*Electro-phorus perpetuus*), den Volta zuerst 1775 bekannt machte, Wille aber schon 1762 unter einer etwas andern Gestalt erfunden hat. Die wesentlichen Theile des Elektrophors sind: 1) der Kuchen; 2) die Form, oder der Leiter, oder die Schüssel; 3) der Deckel. Die beyden ersten zusammen heissen auch die Basis.

*Folia, in der Seele de episcopi interressanti. T. IX. S. 91 und T. X. S. 37. Lettre de M. de la Voie sur l'electrophore perpetuel et son invention, in Rozier observations sur la physique. T. VII. S. 21 f.*

Wille von den entzogenen elektrischen; in den Schwed. 277 B. XVIII. S. 179 ff.

Jungenbouts Anfangsgründe der Electricität, hauptsächlich in Bezug auf den Elektrophor, in seinen vermischten Schriften, I. 1. S. 1 f.

§ 1255. Der Kuchen des Elektrophors kann eine jede nicht leitende Platte seyn, z. B. Glas, Pech, Eisenstein, worin die Elektricität durch Reiben aus sich selbst den Materien ursprünglich erzeugt werden kann; nur muß sie nicht zu dick seyn. Am gewöhnlichsten nimmt man kugelförmige Materien, und das gemeine weiße oder schwarze Pech oder Colophonium dient recht gut, wenn man es durch etwas zugesetzten Terpenthen in der Spießigkeit vermindert hat.

§ 1256. Man gießt das gleichförmig gestessene Harz in die Form, die aus einer leitenden Masse bestehen muß, und aus einer runden, entweder metallenen, z. B. messingenen, oder auch hölzernen mit Stanniol auf beiden Seiten gehörig belegten Scheibe mit einem aufwärts gebogenen, inwendig etwa 2½ Linien hohen Rande gemacht wird. Der Rand und die Ecken des Tellers müssen wohl abgerundet seyn. Man gießt so viel erhitzenes Harz hinein, daß es mit dem Rande gleich hoch steht, dieser aber doch unbedeckt

bedeckt bleibe. Die Oberfläche des Kuchens muß vollkommen glatt, ohne Blasen und Risse, und ohne Vermengung mit leitenden Materialien seyn, und seine untere Fläche muß die obere leitende Fläche der Form oder des Tellers allenthalben genau berühren.

§. 1257. Der Deckel, den man auch wohl wegen der Gestalt, die ihm einige geben, die Trommel, sonst aber auch den Conductor nenne, muß 1) aus einer stark leitenden Substanz bestehen. Man nimmt dazu entweder eine zinnerne, oder auch eine hölzerne, gehörig abgerundete, und mit Stanniol ganz glatt überlegte, runde Scheibe, deren Durchmesser nach der Größe des Kuchens mehrere Zolle kleiner ist, als der des Kuchens. Und ihn 2) isolirt auf den Kuchen setzen oder davon abnehmen zu können, dienen seidene Schnüre von hinreichender Länge, die man an seinem Rande oder in der Fläche selbst befestigt hat, oder auch ein in desselben Mitte angefügter gläserner Handgriff.

§. 1258. Man erregt die Elektricität des Kuchens am besten, wenn man ihn erst etwas weniges erwärmt, und dann mit einem trockenen warmen Raucherfelle oder Zuchtschwanz peitscht; und zwar wird diese Elektricität am gedehsten, wenn die Form nicht isolirt ist. Wenn sie also auf einem mit Wachstuch beschlagenen, oder sonst nicht gut leitenden Tische steht, so muß man noch eine metallene Kette vom Rande der Form herabhängen lassen.

§. 1259. 1) Wenn man den Deckel auf den geriebenen Harzkuchen vermittlest der seidnen Schnüre aufsetzt, und dann mit dem Finger berührt, so erhält man einen kleinen Funken.

§. 1260. 2) Ein mit dem Deckel in leitender Verbindung stehendes Elektrometer zeigt Electricität, wenn man den Deckel isolirt auf den Kuchen setzt, und hat negative Electricität, wenn der Kuchen negative hatte; immer die gleichnamige des Kuchens.



§. 1261. 3) Nach dem Berühren des isolirt erhängten Deckels mit dem Finger zeigt das Elektrometer keine Elektricität an, und es ist nach dem Ausruhe des Funkens keine Elektricität im Deckel weiter zu spüren.

§. 1262. 4) Hebt man den Deckel unberührt und isolirt wieder in die Höhe, so zeigt das Elektrometer keine Elektricität darin weiter an, wenn der Deckel gehörig weit vom Kuchen entfernt wird, und giebt keinen Funken bei der Berührung mit dem Finger, den er auf dem Kuchen liegend sogleich giebt.

§. 1263. 5) Berührt man mit dem einen Finger die nicht-isolirte Form des Kuchens, und mit dem andern den isolirt darauf gelegten Deckel, so erhält man einen Entladungsfunkeln, und dann ist alles wieder todt.

§. 1264. 6) Wenn man aber den Deckel, der nach dem Berühren auf dem Kuchen keine Elektricität weiter zeigt, an den seidenen Schnüren in die Höhe zieht, so zeigt das Elektrometer gleich wieder Elektricität. Man erhält beim abernmaligen Berühren in der Höhe einen neuen Funken, und zwar stärker, wenn man den Deckel vorher nach §. 1263. als wenn man ihn nach §. 1259. berührt hat.

§. 1265. 7) Das Elektrometer zeigt in dem berührten und isolirt aufgehobenen Deckel positive Elektricität, wenn der Kuchen negative hatte; immer die entgegengesetzte Elektricität des Kuchens.

§. 1266. 8) Wenn der Deckel nach dem Berühren auf dem Kuchen isolirt in die Höhe gehoben, und, ohne in der Höhe berührt worden zu seyn, wieder auf den Kuchen gelegt wird, so bleibt kein Zeichen der Elektricität, während daß der Deckel auf dem Kuchen liegt: sie zeigt sich aber sogleich, wenn der Deckel wieder isolirt in die Höhe gehoben wird.



§. 1267. 9) Wenn die Basis isolirt ist, so erhält man, wenn man den auf den Kuchen isolirt gelegten Deckel berührt, einen stehenden Funken, der aber nicht so stark ist, als wenn die Basis nicht isolirt ist (§. 1259.), sonst aber ebenfalls einen Erschütterungsfunken, wenn man die Form und den Kuchen zugleich berührt.

§. 1268. 10) Wenn man in diesen Fällen den Deckel isolirt in die Höhe hebt, so ist er elektrisirt; zugleich ist es aber auch die Form, und zwar ist sie gleichartig mit der Elektricität des Kuchens.

§. 1269. 11) Läßt man den in der Höhe berührten Deckel zum andernmale auf die isolirte Basis, nachdem man das erstemal Form und Deckel zugleich berührt hatte, so ist bei der zweiten ähnlichen Berührung der Erschütterungsfunken nur schwach, oder gar nicht da.

§. 1270. 12) Wenn man die Basis, noch ehe man den Kuchen durch Reiben elektrisirt hat, isolirt, den Deckel auflegt, ihn mit dem Finger oder einem andern nicht isolirten Leiter berührt, während man die Schüssel durch eine Elektrisirmaschine positiv elektrisirt, so wird der Elektrophor zu allen bis jetzt angeführten Erscheinungen tüchtig gemacht, als wenn man den Kuchen mit dem Zuckerschwanz geschlagen hätte. Man sieht leicht, daß bei diesem Versuche der Elektrophor als eine geladene Harztafel angesehen werden kann.

§. 1271. Man kann den Elektrophor als eine Elektrisirmaschine brauchen, und die nöthigsten elektrischen Versuche mit ihm anstellen, da die Elektricität seines Kuchens eine lange Zeit dauert, wenn man ihn vor Feuchtigkeit bewahrt, und den Deckel auf ihm stehen läßt. Man kann mit dem Deckel, wenn man ihn nach dem Berühren und Aufstehen dem Knopfe einer Leidner Flasche nähert, diese nach und nach laden, indem man ihre äußere Belegung mit leitender Materie verbindet, oder auch in der Hand hält;

auch auf die entgegengekehrte Art leben, indem man sie dem Knochel saßt, und die Funken aus dem Deesel in die äußere Hölzleung schlagen läßt.

§ 1272. Durch eine geladene Flasche kann man auch die Elektricität des Electrophors selbst vertheilen, wenn er n. h. m. l. mehr negative Elektricität haben soll. Man stellt man die auf der innern Seite positiv geladene Kugel auf den Rücken, und führt sie, indem man sie des Knopfes fahrt, auf dem Rücken hin und her.

„Jede geradlinige Fortner Fläche ist ein Eckenreth, wie im  
rechten u. linken Doppel- & Dreifach- & Vierfach- u. F.  
F. aus dem H. & Dreifach- & Doppel- & Dreifach- &  
Lichtenberg- & Mann- B. I. S. 42.

§ 1273 Die Erscheinungen des Elektrophors lassen sich summtlich sehr gut aus den elektrischen Wirkungen erklären, und dienen auch zugleich, um die verschiedenen Begriffe der Elektricität ins Licht zu setzen. Der geriebene Elektrophor ist mit seinem darauf liegenden Deckel als eine geladene und belebte Leinwand Fläche oder Platte anzusehen, und verhält sich auch wie diese. Wird nämlich der Hartgummi mit dem Zackschwange gerieben, so wird er negativ elektrisirt, d. h., es wird ihm von seiner natürlichen elektrischen Materie entzogen; und weil diese Nichtleiter der Berührung der Elektricität nicht widerstehen, so strebt die elektrische Materie der Schüssel, die auf die untere Belegung der Hartgummi anzuweisen ist, die Wangen zu erreichen, und zieht daher aus den berührenden Leitern verhältnißmäßig so viel elektrische Materie an, als die obere Fläche verliert; und es ist hier alles so, wie bei der Ladung einer Flasche, die auf ihrer innern Seite mit negativem Elektricität versehen wird. Man sieht, weshalb es raus, warum die Basis nicht isolirt und der Hartgummi nicht zu dick seyn muß. Der geriebene Hartgummi hat also nun auf seiner oberen Fläche negative Elektricität, während die Form die positive hat; beide Elektricitäten binden sich aber wechselseitig. Wenn der leitende Deckel isolirt auf den

Kuchen gelegt wird, so strebt die natürliche Materie desselben, sich in ein negatives elektrisches Leben zu erheben, und es entsteht in dem Deckel Elektricität durch Berührung; die obere Fläche wird negativ, während die untere positiv ist. Ist die Basis isolirt, so wird durch die positive Elektricität der Form die negative der oberen Fläche des Kuchens in ihrer Quantität gehoben; und daher ist die negative Elektricität der oberen Fläche des Deckels nur schwach. Berührt man aber die isolirte Form und den aufliegenden Deckel zugleich, so kann die Form ihre angehäuften elektrischen Materie entlassen, die sich in die obere Fläche des Deckels gleichmäßig ergießt; die Anziehung der negativen Fläche des Kuchens kann nun freyer auf die natürliche elektrischen Materie des Deckels wirken, und sie nach seiner unteren Fläche ziehen. Man sieht nun leicht, warum man in dem angegebenen Falle einen Erschütterungsausschlag erhält: man rührt aber auch, warum man diesen erhält, wenn die Basis nicht isolirt ist, und diese und der Deckel zugleich berührt werden. Wenn man den Deckel auf ein geriebenen Kuchen, dessen Basis nicht isolirt ist, isolirt gelegt hat, und ihn mit dem Finger berührt, so entsteht ein Funke, weil sich aus dem berührenden Finger elektrische Materie in die negative obere Fläche des Deckels ergießt. Nun ist alle Elektricität wieder verloren. Hebt man aber, ist den Deckel isolirt in der Höhe, so ist er positiv elektrisirt, weil sich auf der unteren Fläche vorher angehäuften elektrischen Materie über den ganzen Deckel verbreitet, und seine obere Fläche ihren Mangel durch Berührung mit den Fingern schon ersetzt hat. Bei dem Wiederaufliegen des in der Höhe isolirt gehaltenen (unberührten) Deckels auf dem Kuchen muß nothwendig alle positive Elektricität desselben wieder verschwinden, so wie gleichmäßig bei dem Aufsetzen des Deckels von dem Kuchen, der während seines Daraufliegens nicht berührt worden ist, sich keine negative Elektricität darin äußern kann. — Wenn man den Deckel isolirt auf den Kuchen gelegt hat, dessen Schüssel isolirt ist, so geht bei gleichzeitiger Berührung des

Deckels und der Schüssel, wie schon gesagt ist, die ichthätige natürliche elektrische Materie der Schüssel in den Deckel über, um den Mangel desselben auf der Oberfläche zu ersetzen; und daraus erhellt nun, warum nach dem Abheben des Deckels auch die Form negativ elektrisirt ist (§. 1264), und warum der Erfolg des 1269. §. nachher eintritt. Die Ladung des Elektrophors auf die §. 1272. angeführte Weise bedarf keiner Erklärung, da sie aus der Ladung der benachbarten Fläche und dem §. 1298. angeführten Satze folgt. So lassen sich also alle Erscheinungen des Elektrophors der Franklin'schen Hypothese gemäß genugsam, und aus ziehenden und abstoßenden Kräften erklären.

§. 1274. Nach der dualistischen Hypothese ist die Erklärung folgende. Wird der Holzruden gerieben, so wird sein natürliches  $-E$  auf der obern Seite frey; und da dünne Nichtleiter der Vertheilung der Elektricität nicht widerstehen, so bindet dieses  $-E$  gleich viel  $+E$  auf der andern Fläche des Rudens, und stößt das  $-E$  dieser Seite aus. Ist die Basis nicht isolirt, so geht dieses  $-E$  frey aus, oder sättigt sich aus dem leitenden Körper mit andern  $+E$ . Setzt man den isolirten Deckel auf den Ruden, so bindet das  $-E$  der obern Seite des letztern das  $+E$  des Deckels, sobald er in seinen Wirkungskreis kommt, und das  $-E$  des Deckels wird frey und nach der obern Seite zu ausgeschossen. Daher zeigt nun der Deckel, während daß er auf dem Ruden liegt, auf der obern Seite  $-E$ . Berührt man ihn hier mit dem Finger, so stürzt sich dieses freye  $-E$  mit  $+E$  aus demselben, und es entsteht ein Funke; nun scheint aber alles wieder todt. Setzt man aber den Deckel nach diesem Berühren an seinen Schiebern in die Höhe, so wird das  $+E$  der untern Seite frey, das vorher durch das  $-E$  des Rudens gebunden war, wieder frey, wenn es außer den Wirkungskreis des Rudens kommt, und der Deckel hat jetzt eigentlich  $+E$ .  $-E + E = +E$ , ist also positiv elektrisirt, und geht

beim Berühren mit dem Finger einen Funken, oder sein freies  $+E$  stürzt sich mit  $-E$  aus dem Finger. Legt man den Deckel, ohne ihn in der Höhe berührt zu haben, wieder auf den Kuchen, so bindet das  $-E$  des letztern das  $+E$  des erstern, und es ist keine Elektrizität weiter zu lösen. Wenn die Basis isolirt ist, so kann das  $+E$  der Form nicht abgeführt werden. Denn wenn die obere Seite des Kuchens  $E$  hat, so bindet dieses gleich viel  $+E$  der untern Seite: dieses  $+E$  wirkt aber auch zugleich auf die innere Seite der Form, stößt das  $+E$  derselben ab, und zieht das  $-E$  an. Wird der Deckel auf den Kuchen gesetzt, so kann das nicht ganz freie  $-E$  des Kuchens nicht so viel  $+E$  des Deckels binden, folglich nicht so viel  $-E$  frey machen: und daher ist bey der Berührung des Deckels der Funke nur schwach. Wenn aber Form und Deckel zugleich berührt werden, so ist der Fall anders: denn nun kann die Form ihr  $+E$  sogleich entlassen, und also kann das  $E$  des Kuchens freyer wirken, und es entsteht der Erschütterungsfunke, indem sich das aus der Form abgeführte  $+E$  mit dem freien  $-E$  der obern Seite des Deckels sättigt. — Wenn aber auch die Basis nicht isolirt ist, so entsteht doch der Erschütterungsfunke, wenn man Deckel und Form zugleich berührt, eben weil die Form ihr  $+E$  entläßt, indem die obere Seite des Kuchens durch das  $+E$  der Deckels beschäftigt wird.

### Der Condensator, der Collector und der Duplicator der Elektrizität.

§. 1275. Auf die Lehre von den elektrischen Wirkungskreisläufen gründet sich auch noch der Condensator der Elektrizität, eine Erfindung Volta's, und ein sehr wichtiger Bestand zum elektrischen Apparate. Er ist dem Electrophor ähnlich, nur daß er nicht, wie dieser, aus einer isolirenden, sondern aus einer halbleitenden oder schlechtleitenden

tenden Platte besteht, auf welche der wohl abgerundete Deckel von Metall vermittelst seidenen Schnüre gelegt wird. Vora, in der Phil. transact. Vol. LXXII. p. L.

§ 1276. Man macht diese Platte aus trockenem reinem Marmor oder Alabaster, oder auch aus Schiefer, Siegellack oder Firniß ganz dünne überlegen, u. dergl. leitender Materie. Der Deckel muß ganz genau an die Platte anschließen. Man kann auch eine Metallplatte anlassen auf ihrer untern Seite überlegen, seidene Schnüre daran befestigen, und sie dann so ohne unsere Platte bringen, wenn man sie auf einen Tisch, einen Stuhl, ein Buch, u. dergl. legt.

§ 1277. Vermittelst dieses Condensators kann man äußerst schwache Elektricitäten, die sonst nicht bemerkbar seyn, oder welche schnell und leicht verschwinden würden, merklich machen und sammeln; und er verdient daher auch den Namen eines Microelectroscops oder Microelectrometers.

§ 1278. Die Wirkung des Condensators beruht darauf, daß in einem elektrisirten Körper, wenn ein Leiter mit seiner natürlichen Elektricität versetzter Körper in seinem Wirkungskreise ist, die Intensität seiner Elektricität vermindert, und er folglich fähig wird, mehr Elektricität anzunehmen, oder seine Capacität vermehrt wird. Diese Capacität wird bei der Berührung am größten, wenn nur dabei die wirkliche Mischung oder der Uebergang der Elektricität verhütet wird, welches man erhält, wenn man den Körper ohne alle scharfe Ecken und Spitzen so glatt als möglich macht.

§ 1279. Wird also dem Deckel des Condensators Elektricität mitgetheilt, z. B. positive: so bindet die Nähe des elektrischen Grundes mehr, die Intensität derselben wird vermindert, und die Capacität des Deckels wächst; und so kann sich immer mehr und mehr von der zugesetzten Elek-



electricität sammeln, die unbemerktbar ist, so lange der Deckel auf der Basis ruht, aber sich sogleich zeigt, wenn man ihn an den seidenen Schnüren hinlänglich davon entfernt.

§. 1280. Um hierbei den wulstigen Uebergang der dem Deckel zugeführten Electricität in die Basis zu verhüten, wähle man eben zur letztern einen unvollkommenen oder Halbleiter, der diesem Uebergange der Electricität stark genug widersteht. Eine völlig isolirende oder nichtleitende Basis würde nicht dienen, weil sie der Vertheilung der elektrischen Atmosphäre zu sehr widersteht, und folglich die Capacität des darauf liegenden Deckels nicht vermehrt wird. Ein dünner isolirter Condensator ist daher ebenfalls unwirksam.

§. 1281. Durch den Condensator hat man entdeckt, daß bei verschiedenen Zerstörungen oder neuen Zusammensetzungen von Körperarten, wobei Wärme wirksam ist, sich Electricität entwickle, als: bei der Ausdünstung des Wassers, beim Verbrennen der Rechten, bei der Erzeugung von Hydrogenas und Salpetergas, bei der Erhitzung des menschlichen Körpers durch Bewegung, u. dergl. m. Ist die Electricität eines Körpers, den man untersucht, so schwach, daß der Condensator nur schwache Spuren davon zeigt: so kann man sie nach Cavallo dadurch merklicher machen, daß man sie von dem größern Deckel an einen zweigerten kleinern Condensator versetzt, und sie solchergestalt noch mehr concentrirt.

§. 1282. Gegen diesen Volta'schen Condensator machte Cavallo den freylich gegründeten Einwurf, daß durch die Operation mit demselben Electricität ursprünglich erzeugt, oder die Basis electrophorisch werden könne, wo dann als leistung die damit erhaltenen Resultate trügerisch ausfallen müßten. Allein Lichtenberg hat diesen Fehler durch folgende hinreichende Einrichtung desselben völlig gehoben. Auf eine Metallplatte, wozu die äußere Seite jedes flachen zinnernen Tellers gebraucht werden kann, werden 3 Stückchen



Scheit-nias, so klein als man sie nur erhalten kann, etwa in der Größe des Buchstaben o, in einem ebngefäbrt als der seitigen Zierangel gelegt. Auf diese 3 Glaspanne wird nun der Teller des Condensators gesetzt, der sonst die metallene Unterlage nicht weiter vergrößern muß. Auf diese Art wird bloß eine dünne Luftschicht zwischen zwei Leitern erhalten, und dadurch der Zweck der Einrichtung des Condensators völlig erreicht, haben aber der Fehler der gewöhnlichen Einrichtung vermieden. Es ist gut, die Platten vor jedesmaligen Gebrauche zu erhitzen.

Erstere Normie, von Kuhnberg, 6 Aufl. S. 603 f

„Eine der drei Glasplatten können zweckmäßig drei Tropfen Aetherflüssigkeit dienen, die reicht die ne Ueberfluthung der Platten zu bedecken. Die o. o. S. 11. S. 151. Vergl. auch Gilbert's Jaz. V. 11. S. 101 und P. XLII S. 376. 377.“

„Die Erfindung des Condensators ist hinreichend, sein Gebrauch aber, wie man ihn auch verrichten mag, unsicher, weil er dem nicht bloß minderen Einflusse zufälliger Umstände sehr unterworfen ist.“

§ 1282. Hiermit kommt auch der von Cavallo vorgeschlagene Elektricitätsammeler oder Elector ibidem, der im Grunde der Lichtenderische Condensator mit veränderlicher Luftschicht ist. Er besteht aus einer Zinnplatte, 13 Zoll lang und 2 Zoll breit, an deren kürzere Seitenränder zwei gläserne Köpfe, die an beiden Enden offen sind, angebracht sind. In ein hölzernes Fußgestelle sind zwei gläserne, mit Zinnschmelz überzogene, Glasröhren eingelassen; ihre obern Enden sind in die untern Oeffnungen der 2 inneren Köpfe eingelassen, so daß die Zinnplatte durch die Glasröhren vertical getragen wird, und völlig isolirt ist. An das hölzerne Fußgestelle, das die Zinnplatte trägt, ist auf beiden Seiten ein hölzerner Rahmen mit Hilfe eines Charniers befestigt, so daß diese Rahmen entweder mit der Platte parallel gestellt, oder horizontal niedergelegt werden können. Und die die innere Seite dieser Rahmen ist von der Mitte ihrer Höhe Weidpappe ausgespannt, das noch weicher mit einem Leinwand überzogen werden kann. Wenn die Köpfe nun einmal stehen, so berühren sie die Zinnplatte nicht,

sondern stehen etwa 7 Zoll davon ab. Sie sind auch etwas schmaler, als die Zinnplatte, um die zinnernen Röhren nicht zu berühren. Vermittelt eines oben angebrachten kleinen Brets mit einer Klammer können die Rahmen im vertikalen Stande fest erhalten werden.

Beschreibung eines neuen elektrischen Instruments, um eine getrennte und wenig veränderte Quantität der Elektricität zu sammeln, von *Liberius Cavallor*: aus den *Phil. ex. transact.* Vol. LXXVIII. P. 266. abdr. im *Journ. der Phys.* N. 1. P. 275 f. „Vergl. Beschreibung in *Silberers Ann.* B. XIII. P. 208. 21.“

§. 1284. Wenn das Instrument gebraucht werden soll, so stellt man es auf einen Tisch, in ein Fenster, oder an einen andern bequemen Ort. Man stellt ein Flaschen-Elektrometer daneben, welches durch einen Eisendraht mit einer von den zinnernen Röhren in leitender Verbindung ist. Man veranstaltet eine andere leitende Verbindung zwischen der Zinnplatte und der elektrischen Substanz, deren Elektricität man in der Zinnplatte sammeln will. Um z. B. die Elektricität des Regens oder der Luft zu sammeln, stellt man das Instrument nahe an ein Fenster, steckt das eine Ende eines langen Drahtes in die Oeffnung der zinnernen Röhre, und läßt das andere Ende aus dem Fenster in die Luft hervorstehen. Durch die nahe Nachbarschaft der leitenden Substanz der Rahmen wird die Intensität der der Zinnplatte zugeführten Elektricität geschwächt, folglich die Capacität der Zinnplatte dadurch vermehrt, ohne daß ein wirklicher Uebergang der Elektricität aus der Zinnplatte in die leitende Fläche der Rahmen erfolgen könnte. Werden nun die Rahmen horizontal niedergelegt, und so von der Zinnplatte entfernt, so wird die in der letztern vorher insensibel gemachte Elektricität jetzt frey, und die Kügelchen des Flaschen-Elektrometers divergiren. Durch eine an das letztere gehörende geriebene Siegellackstange kann dann die Natur der gesammelten Elektricität leicht erforscht werden. — Eine zu schwache Elektricität kann man dadurch bemerklich machen, daß man sie aus dem größern Collector an einen kleinern verlegt.

§ 1285. Der Zweck des Duplicators der Elektricität, den Vernet erfunden, Cavallo verbessert, und dem Nicholson eine sehr sinnreiche, vortheilhaftere Einrichtung gegeben hat, besteht darin, eine geringe, sonst nicht bemerkt als Quantität der Elektricität so lange zu vervielfältigen, bis sie hinreichend wird, ein Elektrometer zu schütteln, um so ihre Eigenschaften zu erforschen. In Ansehung der Einrichtung des Werkzeuges verweise ich auf die unten angegebenen Abhandlungen. Von dem Gebrauche desselben ist aber schon zu sehen, daß das Werkzeug nicht noch die nöthige Elektricität enthalte, die sonst zu falschen Resultaten Anlaß geben könnten.

Von dem Uebersetz. der Gegenwart seiner Quantitäten mittelst der elektrischen Leiter zu entscheiden, und der Beschaffenheit zu erkennen, von Liber. Cavallo; in Wilson's Journal des Sages, B. I. E. 43 ff.

Uebersetzung eines neuen elektrischen Instruments, welches eine große Zahl der Elektricitätsgrade, von Nicholson gemacht; B. II. E. 6. f., von Gilbert's Ann. B. XLII. E. 415. 17.

Was in der Abhandlung in §. 1285. von dem Gebräuche gesagt worden, findet sich von der Leiter und Drähten in §. 1286. und §. 1287. in der englischen Uebersetzung, von Nicholson, in Wilson's Journal des Sages, B. I. E. 43 ff. 17.

Vergl. auch Gilbert's Ann. B. XLII. E. 84. 91. 17.

### Einige Erscheinungen der Elektricität im luftleeren Raume.

§ 1286. Die Elektricität läßt sich auch im luftleeren Raume erregen, und eine kleine Elektrisirmaschine, unter der Glocke der Luftpumpe angebracht, liefert elektrische Erscheinungen.

§ 1287. Die verdünnte Luft schreit aber nicht auf, sondern leuchtet sehr stark, und das elektrische Licht breitet sich darin ungemein weit aus, und giebt im Dunkeln einen sehr hellen Glanz. Wenn man daher eine gläserne Kugel, die von Luft leer gepumpt ist, zum Reiben der Maschine nimmt,

so erscheint sie im Dunkeln ganz mit Licht erfüllt. Das Leuchten der Barometertaste ist ebenfalls daher zu leisten.

Die elektrifchte Schlange.

§. 1258. Wenn man eine gläserne Kugel, die oben mit einem metallnen Knopf versehen ist, der mit mehreren Seilen in die Kugel h. nabst, auf einem beweglichen Feller der Aufpumpe h. sitzt, ausläßt, dann die Luft darin verdünnt, und im Dunkeln einen Funken in den Knopf der Kugel sch. oagen läßt, so br. iet sich das elektrische Licht in den ganzen Raum der Kugel aus. Turb. elektrische Licht zeigt sich auch, wenn man die Wand der Kugel an den Knopf des elektrisirten Conductors der Maschine hält: und zwar erst. ben anfangs helle Blühe, bis zuletzt alles mit Licht erfüllt ist.

Adams Desc. über die Electricität, S. 180 ff. „Vergl. 1233 u. ff. Nr.“

### Einige besondere Arten der Electricität.

§. 1239. An dem Turmalin, einer Ed. örlart, hat man schon seit geraumer Zeit die Eigenschaft entdeckt, daß er, wenn er erwärmt oder auch abgekühlt wird, Electricität erhält, und zwar entgegengesetzte Electricitäten an entgegengesetzten Enden. Die Electricität äußert sich nach der Richtung seiner Achse, die durch die beiden Enden des Krystalles geht, so daß diese die entgegengesetzte Electricität haben. Durch Reiben mit sch. d. icken Materien erhält er die Electricität, wie andere Nichtleiter. Sonst hat man die Eigenschaft, durch bloße Erwärmung, ohne Reiben, elektrif. zu werden, noch an dem brasilianischen Topas, am krystallisirten Galmey, „Smaragd, Mesotype, Pyrenit u. Kr.“ und am Boracit wahrgenommen.

Ich theile hier die Eigenschaften des Turmalins in Ab. s. ht auf die Electricität nach Lavallo. D. u. sländ. ige Abb. ist der Lehre von der Electricität, S. 26 ff. mit:

- a) So lange der Turmalin in einem Grade der Wärme erhalten wird, zeigt er keine Merkmale der Electricität. Er wird aber elektrif.

wenn man ihn erwärmt oder erkaltet, und zwar in dem letztern Falle noch stärker als in dem andern.

- 1) Die Elektricität zeigt sich nicht auf seiner ganzen Oberfläche, sondern nur in der Porenschicht entgegengesetzten Puncte, die man seine Pole nennen kann, welche adreß in gerader Linie mit dem Mittelpunkte des Steins und noch der Richtung seiner Flatter liegen, nach welcher Richtung er vollkommen unabweichend ist, ob er gleich nach der andern Richtung so beschleunigt erscheint.
- 2) Während der Zeit, da der Turmalin erwärmt wird, hat der eine Pol A von ihm  $+E$ , der andere Pol B oder  $-E$ . Wird er erkaltet, so hat während der Zeit des Erkaltens A,  $-E$ , und B,  $+E$ . Wird der eine Pol wieder erwärmt, indem der andere wieder erkaltet, so tauschen beide Pole  $+E$  oder  $-E$  haben.
- 3) Wird er erwärmt, und nachher wieder abgekühlt, ohne daß seine Seiten berührt wird, so hat A,  $-E$ , B hat  $+E$ , die ganze Zeit der Erwärmung und Abkühlung hindurch.
- 4) Wenn der Turmalin auf einen andern Körper erwärmt oder erkaltet wird, so wird dieser Körper eben so viel, als der Stein, elektrifiziert, und erhält die entgegengesetzte Elektricität von demjenigen, die sich in der darauf ruhenden Seite des Steins befindet.
- 5) Die Elektricität einer jeden oder beider Seiten kann sich in die entgegengesetzte verwandeln, wenn der Turmalin bei der Erwärmung oder Erkaltung 90 Grad um die Achse gedreht wird.
- 6) Wird der Turmalin in die verdünnte Luft gesetzt, so hat jedes Stück seinen positiven und negativen Pol, einem jeden nach der Entfernung oder neutralen Stelle des Steins zu, aus welchem man das Stück abtrennen hat.
- 7) Diese Eigenschaften des Turmalins zeigen sich auch im Vakuum, aber nicht so stark, als an der Luft.
- 8) Canou hat an einem im Dunkeln erwärmten Turmalin während der Erwärmung ein sehr lebhaftes Licht wahrgenommen.

Experiments on the Turmaline, by Mr. Franz, Wilson in den *Philos. Transact.* Vol. LII. P. I. S. 308. Recueil de découvertes importantes sur la Tourmaline, publié par Mr. Franz, L. J. Tard. Arpinur, à Peteraburg 1762. 8. Wille Geschichte des Turmalins in den schwed. Abhandl. B. XXVIII. S. 95 f. B. XXX. S. 14 und 105 f. Tark. Bergmann de vi electrica Turmalina, in seinen *opusc. phys.-chem.* Vol. V. S. 400 ff.

Die Elektricität des Boracis hat Lavoisier entdeckt. Er hat seine Versuche mit solchen Vorlesungen gemacht, wozu er den so abgemessenen hat, daß jede Abdampfungskammer einer in der Abdampfungskammer steht, und wozu auch die zwölf Ranten des Boracis abgekühlt sind. Man kann in diesen Versuchen des Boracis eine verschiedene Zeit annehmen, die eine abwechselnde Lage haben, und wozu jede der zwei nicht abgekühlte Seite des Boracis und durch die Mitte der Abdampfungskammer der gegenüber stehenden Abdampfungskammer geht. Die elektrischen Kräfte zeigen sich in den Versuchen einer andern Art, daß durch die eine der beiden einerseits die positive Seite, wie die andere negativ ist,  $+E$  hat, während die gegenüber stehende nicht also komplette Seite  $-E$  zeigt.

Ueber die Electricität des Boracits, oder Borerspathes; von Ledy; im Journal der Physik, B. VII. S. 27 f.

„Hierher gehörige Versuche Deshayes's mit gegen Quecksilber bewegten Siegelbeschagnen in Schweigger's Journ. B. XX. S. 22.  
Ueber das Verhalten der Turmaline u. s. w. Biot's Traité de Physique, II p. 425. Singers Elemente der Electricität, übers. von Müller S. 475—484.  
St.“

§. 1290 Noch merkwürdiger ist die („der Wirkung der Leidner Flaschen vergleichbare“) Electricität einiger Fischearten. Am stärksten entdeckte man sie an dem Zitteraale, oder elektrischen Aale (*Gymnotus electricus*), der, wenn er gereizt wird, bey der Berührung mit der Hand, oder auch mit einem Leiter, und selbst bey der Entfernung im Wasser, eine starke Erschütterung und einen, heftigen Stoß in den Gelenken der Finger, ja sogar bis zum Ellenbogen, verursacht, als wenn man eine geladene Leidner Flasche mit den Händen entladet. Bey Berührung und Reizung des Fisches durch Nichtleiter empfindet man keinen Stoß. Ähnliche, wiewohl schwächere Wirkungen, hat man an dem Zitterrochen (*Raja torpida*) wahrgenommen, an dem Walsch wirkliche elektrische Funken sichtbar gemacht hat, als er den aus dem Wasser genommenen Fisch reizte. Endlich gehört noch hierher der Zitterwels (*Silurus electricus*), der elektrische Stachelbauch (*Tetodon electricus*) und der *Trichiurus indicus*.

Vom Zitteraale hat Bloch (Naturgeschichte der ausländischen Fische, Th. II. Berlin 1786. 4. S. 43.) die Nachrichten darüber sorgfältig gesammelt

Vom Zitterrochen sehe man: John Walfsh of the electric property of the torpido; in den *Philos. transact.* Vol. LXIII. S. 461.

Vom Zitterwels: Blouffonet, in den *Mém. de l'acad. roy. des sc. de Paris*, 1722.

Vom elektrischen Stachelbauche: Peterson, in den *Philos. transact.* Vol. LXXVI. P. II. S. 322.

„Vergl. auch Geoffroy in Gilbert's Ann. B. XIV. S. 357 und v. Humboldt a. a. O. B. XXV. S. 54.  
St.“

### Der sogenannte Galvanismus oder die Berührungselectricität.

§. 1291. Wenn man bey einem lebenden Frosche einen Nerven, z. B. den Cruralnerven, entblößt, und diesen Nerven mit zwey verschiedenen Metallen, z. B. mit Silber und Zinn, mit Silber und Zink, zugleich berührt, während auch diese Metalle mit einander in Berührung sind, so entsteht sogleich eine krampfhafter Zusammenziehung der Muskeln, zu welchen der Nerve geht. Die Erscheinung zeigt sich, so lange die Theile noch Vitalität haben. Sie zeigt sich auch bey abgetrennten Gliedmaßen, wenn sie nur noch Reizbarkeit besitzen. — Wenn man das Ende des Nerven auf ein Metall legt, z. B. auf Stanniol, dann auf das entblößte Muskelfleisch, zu welchem der Nerve geht, ein anderes Metall anbringt, z. B. einen Streifen Bleisilber, und nun beide Metalle durch einen nicht leitenden Bogen berührt, so ist die Erscheinung nicht da; sie zeigt sich aber, wenn man jene durch einen elektrischen Leiter in Verbindung setzt, z. B. durch einen Metalldraht, durch eine Kette. — Die Erscheinung zeigt sich ferner, wenn zwey Stellen eines und desselben Nerven mit zwey verschiedenen Metallen belegt, und durch einen guten Leiter in Verbindung gebracht werden; sie zeigt sich in diesem Falle nicht, wenn man die Verbindung durch einen guten Nichtleiter macht.

§. 1292. Die Versuche lassen sich auf eine interessante Weise auch so anstellen, daß man dem lebenden Frosche die Haut ganz abzieht, die Eingeweide herausnimmt, und ihn so präparirt, daß seine Schenkel bloß durch die Cruralnerven mit dem Rumpfe zusammenhängen. Man stellt hierauf zwey Trinkgläser, mit Wasser gefüllt, daneben einander, und hängt den Frosch so über beide, daß der Rumpf in das Wasser des einen, die Schenkel in das Wasser des andern Glases tauchen. Taucht man nun ein Metall in das Wasser des einen, und ein anderes in das Wasser des andern,



schiedenes Metall in das Wasser des andern Glases, so sind die Zuckungen in dem Frosche sogleich da, sobald auch die Metalle oben mit einander in Verührung gesetzt werden.

§ 1293. Braucht man in diesem oder in dem vorigen Falle nur Metalle von einerley Art, die durchaus nicht verschieden sind, so ist bey ihrer Verührung unter einander und mit dem Frosche keine Zuckung desselben da; sie ist aber da, freylich nur schwach und nur bey einem Frosche von starker Vitalität, wenn die Metalle zwar von derselbigen Art, aber doch in der Härte, in der Fegierung, in der äußern Politur, in der äußern regulinischen Beschaffenheit (oder in der Temperatur Kr.), verschieden sind. So ist z. B. keine Zuckung des Frosches in dem zuletzt angeführten Versuche da, wenn man die Verbindung des Wassers in den Gläsern z. B. durch einen Hogen von Silberdrath macht, der durchaus gleichförmig in seiner Natur ist.

§ 1294. Allein in dem angeführten Falle (§. 1292.) sind die Zuckungen gleich wieder da, wenn man das eine Ende des leitenden Hogens mit einer leitenden Flüssigkeit anderer Art, als bloßes Wasser ist, z. B. mit einer Auflösung von Alkali, mit Scheidewasser, mit einer Auflösung von Schwefelalkali bestreicht; oder wenn man in das eine Glas bloßes Wasser, in das andere Essig, oder eine alkalische Auflösung von Schwefelleber, oder eine Salzauflösung gießt, und die Verbindung jetzt auch nur durch ein einziges Metall macht.

§ 1295. Die angeführten Erscheinungen von Zuckungen hat man nicht nur bey Fröschen und andern Thieren mit kaltem Blute, sondern auch bey warmblütigen Thieren, und selbst bey menschlichen Gliedmaßen wahrgenommen, so lange sie noch Reizfähigkeit besaßen. Nur zeigen sie sich desto schwächer, je geringer, bey übelgen gleichem Umständen, die Reizfähigkeit ist, und dauern desto kürzere Zeit, je früher diese erlischt.

§. 1296. Man spreite einen Straußen Strauß über die Spitze der Zunge und die Unterlippe, so daß er fest steht; man berühre hierauf die obere Fläche der Zungenmitte mit Silber, und mit demselben zugleich das Stannum; empfindet man in dem Augenblicke, da sich beide Metalle unter sich und zugleich die Zunge berühren, einen sehr auffallenden, gleichsam künstlichen Geschmack.

§. 1297. Man fülle einen zinnernen Becher mit Kalkmilch, oder mit alkalischer, mäßig starker Lauge, heb den Becher mit einer oder beider Händen, die man mit bloßem Wasser feucht gemacht hat, und bringe die Spitze der Zunge auf die Flüssigkeit im Becher. Sogleich wird man die Empfindung von einem sauren Geschmacke auf der Zunge erhalten, welche die alkalische Flüssigkeit berührt. Dieser Geschmack ist wenigstens im Anfange sehr empfindend, bis er endlich dem eigenthümlichen alkalischen der Flüssigkeit Platz macht.

§. 1298. Man nehme einen Becher von Zinn (noch besser von Zink), stelle ihn auf einen silbernen Fuß, und fülle ihn mit reinem Wasser. Steckt man die Spitze der Zunge ins Wasser, so findet man es, wie natürlich, unschmackhaft; so bald man aber zugleich den silbernen Fuß mit den recht benetzten Händen preßt, so empfindet die Zunge einen sehr empfindenen sauren Geschmack.

§. 1299. Man bringe endlich zwischen die linke obere Kinnlade und die linke Wange eine Stange Zink, und zwischen die untere rechte Kinnlade und die rechte Wange eine Stange Silber, so daß die Metallstücke aus dem Munde hervorstehen, und nähere hierauf diese hervorstehenden Enden einander; so wird man im Dunkeln bei dem Contact beider Metalle Licht empfinden.

§. 1300. Wenn in allen den angeführten Fällen die Selbstbewegung oder Empfindung erregt werden soll, so müssen Leiter von verschiedener Art, sowohl unter einander, als mit den reizbaren oder empfindenden Theilen in Verbindung seyn.

§. 1301. Bey gleicher Reizfähigkeit der thierischen Theile bringen die verschiedenen Leiter in Berührung unter einander und mit reizfähigen Theilen nicht gleichstarke Wirkungen hervor. Diese sind gewöhnlich um desto lebhafter, je mehr die angewandten Metalle hinsichtlich ihrer Oxydabilität von einander abstehen.

§. 1302. Der Erste, welcher die bey der Berührung von zwey verschiedenen Metallen entstehenden Muskelbewegungen beobachtete, war Galvani von Bologna; und man hat daher nach ihm die Erscheinungen dieser Art unter dem Namen des Galvanismus begriffen. Die Beschäftigung darüber beschäftigten bald nachher eine große Menge von Naturforschern und Physiologen in mehreren Ländern; man änderte sie auf mannigfaltige Weise ab, und entdeckte eine Menge neuer Thatsachen. So wie es aber gemeinlich mit neuen Entdeckungen physikalischer Thatsachen zu geschehen pflegt, daß man sogleich Erklärungen ihrer Ursachen wagt, ehe man noch die Thatsachen selbst gehörig vervielfältigt und abgeändert hat, so geschah es auch hier. Man ging gleich anfangs von einer eigenthümlichen, den lebenden Organen bewohnenden, und die Muskelbewegungen erregenden, thierischen Electricität aus, und ließ die Muskeln sich ordentlich damit laden und wieder entladen. Andere erklärten die Erscheinungen durch chemische W. schungsverbindungen, die bey der Einwirkung der Metalle unter einander und mit den berührenden lebenden Theilen in diesen vorgehen sollten, und brachten zum Theil davon wunderliche Meinungen her. Keiner von allen Naturforschern, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, hat ihn auf so vielfache Art untersucht, als Volta. Ihm verdanken wir die meisten hierher gehörigen Entdeckungen, und die nähere Bestimmung der dabey obwaltenden Umstände. Er ist es aber auch, der die dabey wirkende Ursach zuerst aufgeklärt und ins Licht gesetzt, und der das zur überzeugendsten Evidenz dargethan hat: daß diese Ursach, welche in den

genen Leiter in Act on geschickte elektrische  
des Duplicatores bis zur Wahrnehmung  
meter darzutun. So sind also diese  
nicht für die Physiologie aufklärend  
denno mehr aber für die Naturlehre  
schen Erscheinungen.

„Aloyse Galvani de viribus electricis  
commentarius. Bononi 1791. 4. Aloyse  
die Kräfte der thierischen Electricität auf die  
nach einigen Schriften von Valli, Carmichael  
belleu Graeculand, herausgegeben von D. Joh.  
Fahnestock von den Versuchen Galvani's  
Electricität auf die Muscularbewegungen.  
Insel, B. VI. S. 371 ff. Briefe von Lussac  
S. 371 ff.; ebendaselbst S. 371 ff. S. 371 ff.  
die sogenannte thierische Electricität; ebendaselbst  
von Prof. Reil an Bren über die thierische  
S. 411. Schriften über die thierische Electricität  
dem Ital. von D. Joh. Napper, B. 1. 1797.  
Verteuge in Nalant's Versuchen über die Reiz-  
that auf der Versammlung der Wissenschaften, Frankfurt  
in Bren's Journal der Physik, B. V.  
Herr Proff. d. Electricität animalis.  
ist im Journal der Physik, B. V. 1. S.  
Versuchen über die thierische Electricität, S. 371  
S. 371 ff. S. 371 ff. Nachrichten von etlichen  
ars, nebst Versuchen und Beobachtungen von  
ebendaselbst S. 305 ff. S. 310 ff. S. 311 ff. S. 312  
und Nalant's. Nalant's 1797. 5. Ueber  
von v. Humboldt im neuen Journal der Physik  
Herr v. Humboldt

§. III. §. 479. Broctes Streiten Volta's über die sogenannte thierische Elektricität, ebendaf. B. IV. S. 107 ff.

Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser nebst Vermuthungen über den chemischen Proceß des Lebens in der thierischen und Pflanzenwelt, von Friedr. Alexander von Humboldt. Posen und Berlin, bey Decker und Rottmann. 8. Jähr. 1797. gr. 8.

„Singer a. a. O. J. W. Ritter 177 näherer Recontnu des Galvanismus. Jena 1800 — 1805. 8. Erstn. Electr. Syst. d. Ritter. Leipzig 1805. 8.

h. 1303. Die freye und bewegte elektrische Materie ist ein Reizmittel für die belebte Faser; und die Folge ihres Wirkens bei ihrer unmittelbaren Durchströmung durch dieselbe ist Empfindung oder Bewegung derselben. Die entblößte Muskeifaser oder ihre Nerven sind solchergestalt das empfindlichste Elektroskop, und zeigen so das Daseyn eines elektrischen Stromes an, der sonst das feinste Elektrometer nicht in Bewegung setzen würde. Bei der Berührung heterogener Leiter wird elektrisches Fluidum in Bewegung gesetzt, es sey nun, daß alle Leiter im natürlichen Zustande davon eine geringe, den Säuregrad derselben in unmerklicher Menge überflüssige Löss enthalten, und dagesegen selbst eine verschiedene Anziehungskraft besitzen, oder daß die Berührung derselben unter einander selbst es freymacht, und sie es stärker oder schwächer anziehen. Bilden nun die Leiter einen Kreis, so wird das Fluidum dadurch selbst in Kreislauf gesetzt, was aber durch unsere bisherigen Werkzeuge nicht zu entdecken war. Wenn so z. B. die entblößten Centralnerven eines Frosches von diesem Kreise heterogener Leiter selbst ein leitendes Stück ausmachen, so daß die ganze oder fast die ganze stromende elektrische Materie durch sie allein gehen muß, und die Nerven noch einen Rest von Qualität haben: so werden die den Nerven zugehörigen Muskeln in Zuckungen gesetzt, sobald die Herstellung des Kreises der Leitung einen solchen elektrischen Strom veranlaßt, und so oft man nach gehöriger Unterbrechung desselben ihn gehörig wieder herstellt. Wenn sich anstatt der zur Bewegung dienenden Nerven die an der Spitze oder am Rande der Zunge, welche zum Geschmacks dienen, oder die

tionen auf einen nicht sehr leitenden  
mit einander folgendermaßen in lei  
Die erste in der Reihe faßt in die re  
Wasser beruht sein muß, eine Zin  
dem Finger der linken Hand die S  
ten Person, die wiederum mit e  
Augapfel der dritten Person berü  
hält mit nachgemachter Hand die h  
nach der oben (§. 1292.) angefüh  
Frosches, dessen entblößten Rumpf  
son in der Reihe nur der naßen rech  
gend sie in der naßen linken eine Sil  
nun der Erste und Letzte in der Reihe  
stange in Berührung bringen, und  
vollenden, empfindet die Person,  
rührt wird, einen sauren Geschma  
des Dritten nimmt einen Schein von  
Schenkel des Frosches, der vom D  
halten wird, gerathen in §. folgende 3.

§. 1305. Die verschiedenen e  
das Vermögen, bei ihrer Berührung  
elektrischen Strom zu veranlassen, nich  
§. 1298.

ren Klasse zwischen zwei unter einander verschiedene von der ersten Klasse, oder umgekehrt, eine von der ersten Klasse zwischen zwei unter sich verschiedene von der zweiten Klasse gebracht wird, wird durch die vorwaltende Kraft zur Rechten oder zur Linken ein elektrischer Strom veranlaßt, der bei Unterbrechung des Kreises wieder aufhört, bei Wiederverherstellung desselben wieder von neuem veranlaßt wird, und so in den reißfähigen Theilen, die einen Theil des leitenden Kreises ausmachen, Empfindung und Bewegung hervorbringt. Volta hat durch seine Untersuchungen dargethan, daß die elektrische Action hauptsächlich durch die Berührung zweier verschiedenen Metalle mit feuchten Zellen veranlaßt wird, obgleich dieselbe auch bei Berührung der trockenen heterogenen Leiter unter einander und selbst der feuchten heterogenen Leiter unter einander Statt findet.

§. 1306. Die verschiedenen Arten der Verbindung der Leiter unter einander zur Veranlassung eines elektrischen Stromes lassen sich durch Zeichnungen deutlich machen, die ich desshalb nach Volta auf der XV. Kupfertafel hier beifüge. Sie dienen zugleich, die darauf Bezug habenden Grundsätze anschaulich zu machen. Die hierher gehörigen Leiter der ersten Klasse, wie die Metalle, sind durch große Buchstaben, die Leiter der zweiten Klasse oder die feuchsten durch kleine Buchstaben in den Figuren angesetzt.

Fig. 116. Kann den Fall vorstellen, wo der Aufwärtse des leichten Ketten a macht, der an zwei verschiedenen Stellen von zwei veränderlichen Metallen über Ketten der ersten Klasse A, B, C, und Z (Zink) herabgel. wird, die sich unter einander wieder selbst berühren, wie nach Fig. 109; oder a ist die Spitze der Zanne zwischen C und Z, und Zinnblech, die sich unter einander berühren, oder der Fall des 109b. f.

Fig. 15. Sicht den Fluß vor, wo sich ein Leiter der ersten Klasse gegen den westlich herbeiziehenden heiligen Zirkel der zweiten Klasse in Richtung befindet, wobei die Verfahr- d. 1294. und d. 1297. geschildert werden können.

Wenn der Kreis sich von zwei Arten der Leiter, so vertheilen sie auch sein, und so vielfach auch die Anzahl der Stäbe ist, woraus jeder besteht, da zusammengesetzt ist, wie z. B. 153, 159, 160 und 161, so kann die Zerlegung des elektrischen Fluidums veranlaßt werden: denn die Schritte sind sich wunderbar gleich, die nach entgegen gesetzten Richtungen wirken.



Esien viel ist auch der Fall, auch es wird kein elektrischer Funken ausströmt, der notwendig ist, er auf die positiven Platten zu schlagen, wenn man zwei oder mehreren solcher kleinen Elektroden wie die zwischen Leitern der zweiten Klasse vom gleichen Art oder von einander verschieden, mit ein Fall sich als versteht, oder man die Platte einer positiven Leiter vom zweiten Art, die mit einem der Leiter positiven sich verbunden sind, durch einen anderen Leiter vom verschiedenen Art an ihrem andern Ende verbunden werden, so R. 185.

Wenn aber im dem letztern Falle 4 und das eine Zylinder unmittelbar die übrigen, sondern ein zweites Letztes, der aber von 8 verschoben ist, sich desselben befindet, wie Fig. 10; dann ist die erste Schicht nicht mehr auf eben einem Centrum im Gleichgewichte, und es tritt nun eine elektrische Strom. Wenn also ein verparter 17-22 Reihe von Zink, A Silber, und ein ein Wasserstoff, ein elektrischer Wechsel, Erde, Nieder, Erweich u. dergl. ist: so wird der Strom in Zirkulation gebracht, sobald man den Kreis geschlossen macht.

In dem Jahre, den Jta. 164. v. Heli, kann wieder kein bestimmtes Chronon veranlaßt werden, wegen des Mischsamens auf beiden Seiten die Jüdes auch in dem Jahre Jta. 164. und 167. Statt.

Aber in den Combinationen, die nach J. J. 162. 163. 170. 171. und 172. vorstehende sind, End sich die Ziffern, die durch die erste des Verhältnisses entstehen, nicht mehr einander entgegenzusetzen: es entsteht ein elektrischer Strom. In diesen Figuren kann man aber so sehen, daß sich nicht, die von Teilchen p p mit kugeln fangs gehalten sind, A und Z aber Stücke von Silber und Zink

Wenn in Fig. 160 a zwischen A und Z Leichte, so würde die Leichte wenn sie mit der in Fig. 157 dargestellten übereinkommen, auch sehr leicht über der Perle zu sinken werden. Wenn man daher den Versuch mit einer Leichte ausführen will, so ist es am besten, wenn man die Leichte in der linken Hand hält, und in der rechten Hand ein kleines Gefäß mit Wasser, so dass man die Leichte in der rechten Hand in das Wasser tauchen kann, und in der linken Hand ein Gefäß mit Wasser, in der linken Hand die Leichte halten kann, so dass man die Leichte in der linken Hand tauchen kann, und in der rechten Hand ein Gefäß mit Wasser, so dass man die Leichte in der rechten Hand tauchen kann.

In dem Jahre 1765 wird, wie man nun leicht einsehen, durch das zwischen ihnen A und Z ein zweiter Leiter a von einem p zu ein-  
gebracht wird, die Strom von beiden Enden her wieder ins p'ste  
nicht schreitet, und a o die Entladung des elektrischen Stroms zu  
hindert.

Die 171. Art ist den Zähnen des oben (S. 1296.) beschriebenen Tr. 170. ähnlich, und ganz der gleichen Größe ist, auch die beiden Glieder mit Zähnen.

A den Boden eines eingelen Metalls, und in den Tropfen oder die dünne Schicht von Schwefelkohlenstoff, Salzwasser, Schwefelsäure u. dergl. versetzt. Er ist dem Gold der 157. Fig. analog.

Es giebt noch eine dritte Art, das elektrische Fluidum zu erregen, obgleich auf eine weit schwächere Weise, die kaum dämmend ist, einen vollständig gereizten Fetus, der noch starke Vitalität hat, in Jacksonen zu versetzen. Sie liegt hier darin, daß drei verschiedene Leiter, die sich aus der zweiten Klasse sind, den Kreis bilden, ohne dasselbe durch einen Metallen oder eines Leiters der ersten Klasse. Dieser Fetus, weit entfernt, den Grundlegenden Volta's, wie man meinte, zu widerstehen, macht sie nur noch allgemeiner. Zta. 175. Stelle diesen Fall vor, wobei 1 der Faser, 2 der nach J. 1799. präparierten Fisches oder eigentlich der feinsten Theil des musculus gastrocnemius ist, der den Kumpf m., oder die Achtmuskeln, oder auch die Fischlunge des rudis, indem an die Verwundungsstelle Blut, oder Lufte, oder salzsaure Urine, oder saure Fruchtigkeiten gebracht ist.

Volta, im neuen Journal der Physik, B. IV. S. 107 ff.

§ 1307. „Jede Verbindung zweier durch bloße gegenseitige Berührung sich elektrisirender Leiter mit einem dritten, welcher die erregten Elektricitäten theils durch seine Substanz hindurch zu lassen, theils sie aufzunehmen und dadurch chemische Veränderungen so wohl zu erleiden, als auch an den erregenden Leitern hervor zu bringen vermag, nennt man eine einfache galvanische Kette. Kr.“

§ 1308. „Die Erzeugung der Elektricität in der galvanischen Kette, erfolgt gemäß dem Gesetze der elektrischen Vertheilung und je zwei sich durch Berührung elektrisirende Leiter (welche, wenn sie dieses in der galvanischen Kette leisten, Erreger oder Excitatoren des Galvanismus heißen) sind in ihren Wirkungen zu vergleichen: einer sehr schwach geladenen Leidner Flasche, unterscheiden sich jedoch von derselben dadurch, daß sie sich, nach jedermaliger Entladung ihrer Gegenflächen, so lange wiederum unaufhörlich von selbst laden, als die Substanzen ihrer gegenseitigen Berührungsflächen in ihren Beschaffenheiten keine Aenderung erleiden. Kr.“

§ 1309. „Die Entladung der durch gegenseitige Berührung mit den entgegengesetzten Elektricitäten beladenen Erreger, verrichtet in der galvanischen Kette der dritte

(verbindende) Leiter, der in der Regel zu den Leitern der zweiten Klasse gehört, gemeinhin Wasserleitung ist, und der Schläner leiten muß, als die Erreger leiten, wenn er das  $+$  des einen und das  $-$  des andern Erregers nicht bloß hindurchlassen, sondern dieselben in sich aufnehmend zur Ruhe und Gegenstellung und dadurch, um chemischen Wissen veranlassen soll.

Ar."

§. 1310. „Außer den oben erwähnten gold. Ketten (§. 1305.), möge folgende zur Erläuterung des Gesagten dienen. Man fülle eine an beiden Enden offene röhrenförmige Röhre mit Wasser, bringe in den einen Schenkel einen Zinkstreifen oder Zinkstüber, in den andern einen Silberstüber, so daß die Enden beider Drähte sich in Wasser nicht berühren, und verbinde die aus dem Wasser hervorragenden Drähtenden mit einander, so hat man eine einfache galvanische Kette aus zwei Leitern erster und einem Leiter zweiter Klasse. Das Zink erhält durch die Berührung des Silbers fortwährend  $+$ , das Silber dagegen, so lange beide Drähte außerhalb des Wassers verbunden bleiben,  $-$  und von beiden  $+$  strömt der größte Theil anhaltend in das Wasser.

Ar."

„Über 16 verschiedene Arten galvanischer Ketten, vgl. u. Einleitung u. d. n. Chem. S. 105 u. m. vergl. Vebst. d. Exp. 1. Bd. S. 14.

„Eine gold. Kette, wie die obige, heißt eine unterbrochene, im Unterchiede der ununterbrochenen, welche entsteht, wenn die Elektroden sich in der Flüssigkeit berühren. Wendet man die eben beschriebene in eine ununterbrochene um, nachdem man zuvor das Wasser mit einer Säure, z. B. mit etwas Salzsäure oder Essigsäure versetzt, und dadurch in einen sauren Leiter verwandelt hat, so erhält, wenn man beide Drähte verbindet, ein merkliches Ausströmen verbundenen Wasserzersehung, indem am Zinkbeste Wasserstoffgas entbunden und der Silberstüber sich auflöst und aufsteigt wird. Zugleich verbindet sich auch am Silberstüber etwas Sauerstoffgas, indem ein Theil des Zinks, auch ohne action der Säure, in die Flüssigkeit übergeht. Um die Wirkung zu sehen, wenn man die Elektroden einander nicht berührt, so wird die Zerlegung unmerklich, wenn man zuvor in den Zinkschenkel so viel  $+$  einträgt, als ungenug zur Zersetzung der Säure dieses Schenkels erforderlich ist. Wendet man den Versuch dahin ab, daß man in den Silberstüber etwas Amalgam, schwefelhaftes Kupfer tropft, während man zuvor das Wasser zuvor mit Schwefelsäure gesättigt hatte, so entstehen am Silberstüber

wenig oder gar keine Mastkugeln, dagegen überdeckt er sich schnell mit herabstehendem, reitendem, metallischem K. 17. Ueber die chemischen Redactionen auf galvanischem und auf galvanisch-chemischem Wege vgl. m. Grundriss der Experimentalphysik. B. II. Cap. 15. §. 119—120. Müller des Singsers 2. A. S. 614 f. Zimmermann in Schweigger's Jouru. B. V. S. 357. Siehe in den Denkschriften der Kaiserl. Acad. der Wiss. B. XXI, und des Singsers S. 426 m. f.) Kr."

§. 1311. „Vollkommen geschlossen ist die galvanische Kette, wenn der dritte Leiter eben so gut leitet, als die beiden Erreger die Electricität zu leiten vermögen. Es erfolgt dann an keinem der Erreger Anhäufung des einen oder des anderen E., und beide E. gehen an der Substanz des dritten Leiters eben so schnell zu o.k. über, als sie an den Erregern ausgeschieden wurden, äußern mithin nach Außen keine Wirkungen, sondern verschwinden am oder im dritten Leiter wirkungslos. Kr."

„Metall leitet die Electricität etwa 40000 Mal schneller als das Wasser von gleicher Temperatur; so ist nun z. B. die Electricität auf das aen. Metall abwärts herabsteigende, aufwärts abwärts, als auf das Wasser, wenn sie leitet es liegen, so müßten sie entmes bei in derselben Zeit mit 40000 facher Menge in das den dritten Leiter bildende Metall eindringen (also 40000 Mal so schnell, als bei Zink zum entzündet werden, als dieses bei der Wasserleitung der Fall ist), oder das Leitungsvermögen des Metalls müßte um 40 000 Mal verkleinert werden. Ersteres scheint wirklich zu sein, letzteres ist unmöglich, weil das bemittelte Leitungsvermögen nur der Natur des Metalls unentziehbar zusammenhängt, und aus auf deren Unveränderlichkeit anders nicht zu werden könnte, vgl. meine Einleit. in d. n. Ehem. S. 194 und S. 309. Kr."

§. 1312. „Erwärmung vermehrt in der Regel die Leitung (geschmolzener Schwefel, glühend Glas, siedender Alcohol leiten), Erkaltung mindert sie (Eis isolirt). Warmes Wasser wird schneller zerlegt als kaltes. Kr."

§. 1313. „Im Allgemeinen kann man annehmen, daß wirksame (mit ihren Electricitäten auf den dritten Leiter chemisch oder — wenn dieser ein mit unverdorbenen Nerven und Muskeln versehener organischer Körper ist — reizend einwirkende) galvanische Ketten entstehen, wenn zwei gute Leiter von ungleicher Leitungsgüte zu Erregern, und ein dritter schlechter, flüssiger oder flüssigkeit enthaltender Leiter zum schließenden Gliede gewählt wird. Kr."

§. 1314. „Wählt man zum schließenden Bogen der galvan. Kette wässrige Salzlösungen, so werden diese in der Regel so zerlegt, daß die Säure als die negative Substanz zum positiven, und die Salzbase als die positive Materie zum negativen Erreger, in obiger Kette (§ 1310) also erste zum Zink, letztere zum Silber bewegt wird. Enthielten die Salze schwere Metalle aufgelöst, so erfolgen oftmals Reductionen derselben, mittelst des am negativen Erreger (durch vorangegangene) Wasserzersetzung angesammelten und frey werden Wasserstoffs, oder auch Hyperoxygenationen am entgegengesetzten Pol, mittelst des dort angesammelten und vom positiven Erreger nicht gänzlich absorbirtten Sauerstoffs. Waren statt der Salze Säuren in der schließenden Verbindung zugegen, so werden diese, bei hinreichend starker Eindämmung der Elektricitäten auf ähnliche Weise zerlegt, indem ihr säurender (negativer) Bestandtheil (z. B. bei der Salzsäure das Chlor) zu dem positiven und ihr basischer (positiver) Mischungsanteil (z. B. bei der Salzsäure der Wasserstoff) zu dem negativen Erreger oder Pol bewegt wird.

Er.“

„Die Erreger heißen auch, so fern sie die elementar Elektricitäten annehmen und zu dem besten Leiter verlassen, die Pole der galvan. Kette. z. B. in der obigen Kette (§ 1310) ist das „Zink“ der positive, oder  $+$  Pol, oder Sauerstoff annehmender, oder Zersetzender und das „Silber“ der negative, oder  $-$  Pol, oder Wasserstoff annehmender, oder Silber Pol.

Er.“

„Wird man eine Kette aus Metallen, welche das Wasser nicht zerlegen, z. B. von denen keines unmittelbar mit dem Sauerstoff oder Wasserstoff des Wassers sich mischt, so zerlegt die Wasserzersetzung fast unmerklich, indem scheint in so dem Falle am negativen Pol z. B. Silberpol, etwas Wasserstoffgas zu, und am positiven z. B. Kupferpol, etwas Sauerstoffwasser gebildet zu werden. Er.“

§ 1315. „Zerhört man Phosphor und Schwefel unter Wasser bis zum Schmelzen, so wird der erstere gegen den letztern positiv elektrisch, der Schwefel hingegen negativ, beide zersetzen dann mittelst ihrer Elektricitäten das Wasser, und es erzeugt sich weißes Phosphoroxyd und gasförmiger Schwefelwasserstoff, indem der positive Phosphor

den negativen Sauerstoff und der negative Schwefel den positiven Wasserstoff hinover.

Kr."

„Vergl. m. Eoht. der Chem. S. 55.

Kr."

§. 1316. „Nach Maßgabe der Stärke des Vermögens durch Berührung Elektricität zu erregen, und des dritten Leiters die erzeugten Elektricitäten aufzunehmen, zeigen sich galvanische Ketten entweder höchst wirksam, oder von kaum merkbarer Wirkung. Am wenigsten wirksam sind jene Ketten, welche nur aus Leitern zweiter Klasse bestehen. Ketten aus zwei Leitern zweiter und einem Leiter erster Klasse, zeigen oftmals eine sehr große chemische Wirkungsart. Es vertritt in ihnen der bessere unter den Leitern zweiter Klasse die Stelle des zweiten fehlenden Leiters erster Klasse, als erregendes End der Kette.

Kr."

„Vergl. m. Eoht. in d. n. Chem. S. 103 u. f.

Kr."

§. 1317. „Volta's Versuchen gemäß ist die Erregungsstärke zwischen Zink und Silber = 12; zwischen Silber und Kupfer = 1; zwischen Kupfer und Eisen = 2; zwischen Eisen und Zinn = 3; zwischen Zinn und Blei = 1; zwischen Blei und Zink = 5, woraus folgt, daß die Summe der Erregungsgrößen aller Zwischenglieder gleich ist der Erregungsstärke der äußersten Glieder der Leiter erster Klasse. Zu den besten Leitern zweiter Klasse gehören die Säuren, und Salpetersäure und Ammoniak scheinen die Endglieder der Reihe dieser Klasse zu bilden, deren Erregungsstärke die Summe der Erregungen aller zwischengeliegenden Glieder (flüssige Säuren mit wässrigen Salzbasen, Salzen, und Wasser) darstellt.

Kr."

„Vergl. auch Jäger und Dohnenberger in Gilbert's Annalen, B. XL. S. 43 und LIII. S. 510 u. f.

Kr."

### Die Volta'sche Säule.

§. 1318. „Die merkwürdigste Entdeckung der neuern Zeit im Gebiete der Elektricität ist die Volta'sche Säule. Man schichtet Platten von Kupfer und Zink, etwa von der



Größe der Thalerstücke, über einander, und trennt jedes Paar Platten vom folgenden durch eine benetzte Scheibe von Tuch oder Pappe, also durch einen feuchten Leiter. Man legt die Platten von unten hinauf ununterbrochen in der erwähnten Ordnung: Kupfer, Zink, Tuch, Kupfer, Zink, Tuch u. Nur auf dem obersten Paar der Metallplatten läßt man die Zinkscheibe weg, so daß sich die Säule mit einer Zinkplatte schließt. Um hinlängliche Wirkungen zu erhalten, schichtet man so 50 oder mehr Plattenpaare übereinander. Das einfachste Gefäße zum Aufbauen der Säule sind drei lothrechte Glasröhren, die in einem etwas tieferen Brete eingelassen sind. An der obersten und untersten Partie ist es bequem, Hälften zu haben, um Drähte einhängen, und die hier ausströmende Elektricität leiten zu können. Statt des Kupfers kann man, mit einiger, wiewohl nur geringen Verstärkung, Silber oder Gold nehmen; auch statt der Zinkplatten sind andere Metalle, z. B. Zinn, nicht ganz unmerklich, aber die Wirkung ist doch den weitem schwächer. Verstärkt wird die Wirkung, wenn man die Zinkscheiben statt des Wassers mit einer Auflösung von Kochsalz oder Salmaß benetzt. Das untere Ende der so gebaueten Säule heißt das Kupferende oder der Kupferpol, das obere das Zinkende oder der Zinkpol.

„Vergl. oben 4. 315.“

„K.“

§. 1319. „Die merkwürdigsten Erscheinungen, welche man durch eine solche Säule hervorbringen kann, sind folgende:

1) „Alle im Vorigen beschriebenen Versuche, welche durch die Berührung zweier Metalle an den Gliedern geschnittener Thiere oder am lebenden Körper hervergebracht werden können, zeigen sich sehr verstärkt, wenn man sie nur mittelst der leitenden Drähte beider Pole der Säule herverbringt.“

„Z.“

2) „Fasst man mit der einen Hand den Draht des Zinkpols, mit der andern den Draht des Kupferpols, so



empfindet man eine unangenehme Erschütterung in den Händen. Sie wird stärker, wenn man die Hände vorher in Wasser eintaucht; noch stärker, wenn man in die nassen Hände beträchtliche Metallmassen nimmt, und damit beide Pole oder ihre Dräthe berührt, dergleichen, wenn man die beiden Dräthe in zwei Maßge mit Wasser leitet, und dann das Wasser beider zugleich mit den Händen berührt. B."

3) Wird der Draht eines Pols an ein sehr empfindliches Goldblatt - Elektrometer gebracht, und der andere Pol mit der Hand berührt, oder überhaupt außer Wirkung gesetzt, so entsteht Divergenz; und zwar zeigt sich die Elektricität des Zinkpols als Glas - Elektricität, die des Kupferpols als Holz - Elektricität. Man hat durch die ausströmende Elektricität Condensatoren und kleine Flaschen geladen, Knallluft dadurch erzeugt, Lichtenberg'sche Figuren, kurz alle wesentlichen Erscheinungen der Elektricität hervorgebracht. Und obgleich diese Versuche nur mit Mühe geungen, so lassen sie doch keinen Zweifel übrig, daß das hier erwähnte Agers Elektricität sey, obgleich in einem sehr modificirten Zustande. Auch elektrische Funken lassen sich hervorbringen, wenn man an dem einen Pol einen Eisendraht anhängt, und mit dessen zugespitztem Ende den andern Pol, oder auch irgend ein metallenes Plattenpaar berührt. Leichter gelingt der Versuch, wenn man etwas Schwinggold an dem Ende des Drahts befestigt. B."

4) „Der merkwürdigste Versuch ist die Zersetzung des Wassers, welche durch die Elektricität der Säule weit leichter und auffallender, als durch die gemeine Elektricität, bewirkt werden kann. Man füllt eine 4 bis 5 Zoll lange, und 1 oder  $\frac{1}{2}$  Zoll weite Glasröhre mit reinem destillirten Wasser, und verschließt ihre beiden Oeffnungen mit Korkstopfen, durch deren jeden ein dünner Metalldraht in das Innere der Röhre geht. Die innern Enden beider Dräthe nähert man an einander bis auf etwa ein oder zwei Zehntel Zoll. Diese Röhre setzt man mit dem untern Ende in ein

Glas mit Wasser, und verbindet dann den einen Draht mit dem Zinkpol, den andern mit dem Kupferpol leitend. Die Zersetzung des Wassers fängt sich gewöhnlich wenige Secunden nachher an, nachdem die Kette geschlossen worden, und zeigt sich durch einen Strom kleiner aus den Enden der Drähte aufsteigender Bläschen. Doch ist der Erfolg etwas anders, nach Beschaffenheit des Metalles, woraus die Drähte in der Röhre bestehen. Sind sie von Platin oder reinem Gold, so strömen aus beiden Drähten Luftbläschen, und sammeln sich oben in der Röhre, welche vorher unten nicht vollkommen wasserdicht abschließen konnte. Wenn sich oben eine hinlängliche Menge Luft gesammelt hat, und man nimmt den obern Dropf ab, und bringt eine Flamme heron, so entzündet sich die Luft mit einer Explosion, wodurch sie sich als Sauerluft beweiset. Ist die Röhre gekrümmt in Gestalt eines V, so kann man die bey jedem Drahte ausströmende Luft absondert auffangen, und man findet, daß der Zinkpol Sauerstoffgas, der Kupferpol Wasserstoffgas entbindet. Sind aber die Drähte der Röhre von Silber, oder von einem unedeln Metalle: so liefert bloß der Kupferpol Luft, und zwar, wie vorher, Wasserstoffgas; dagegen oxydirt sich das Ende desjenigen Drahtes, der mit dem Zinkpol in Verbindung steht, ohne daß das Oxygen in Luftgestalt zum Vorschein kommt.

3"

5) „Endlich zeigt sich in der ganzen Schule eine sehr beträchtliche chemische Wirkksamkeit, indem nicht nur das Wasser, womit die Tuchscheiben befeuchtet sind, sondern selbst die darin aufgelöseten Salze zerfällt, die Kupfer- und Zinkplatten aber, da wo sie die feuchten Tuchscheiben berühren, auf eine auffallende Art oxydirt werden. Dies lehrt, daß die Wirkksamkeit einer Schule nach und nach schwächer wird, und endlich ganz aufhört.

3"

§. 1320. „Die Wirkksamkeit einer solchen Schule wächst zwar mit der Anzahl der Plattenpaare, aber nicht alle Wirkungen derselben, in gleichem Verhältnisse.

An  
auf

auffallendsten nehmen zu die Wirkungen auf die organischen Körper (Nr. 1. und 2. des vorigen §), desgleichen die Zuckigkeit, auf empfindliche Elektrometer zu wirken (Nr. 3.). Die chemischen Wirkungen hingegen (Nr. 4. 5.) scheinen in viel geringerem Verhältnisse zuzunehmen, und man findet kaum einen Unterschied in der Wasserzersetzung, ob man 30 oder 50 Plattenpaare schichtet. Auch die Fähigkeit, elektrische Funken zu geben, scheint nicht in gleichem Verhältnisse mit der Höhe der Säule zuzunehmen. 3."

§. 1321. „Man macht die kleinen Platten gewöhnlich rund; aber eine veränderte Figur, so wie die Dicke derselben, hat keinen bemerklichen Einfluß auf die Erscheinungen. Dagegen zeigen sich sehr merkwürdige Veränderungen, wenn man die Platten breiter macht. Besonders werden die Lichterscheinungen und die damit verbundenen chemischen Wirkungen sehr auffallend. Schichtet man eine Säule von 50 Paar fünf- bis achthölgigen (viereckigen) Platten, und legt einen Eisendraht mit dem einen Ende an den einen Pol an, so zeigen sich sehr lebende Funken, wenn man mit dem andern Ende des Drahtes dem zweiten Pole nahe kommt. Hängt man an dieses Ende ein Blatt Lutes oder unächtes Schwanngold oder Schaum Silber, kurz, irgend ein sehr dünnes Metallblättchen: so verbrennt dasselbe sehr reich, und mit einer sehr schönen Lichterscheinung, sobald es den zweiten Pol berührt; und zwar verbrennt jedes des Metall mit einer andern Farbe. Setzt man Quecksilber mit dem einen Pol in leitende Verbindung, und leitet dann die Elektricität des andern Pols durch einen Eisendraht auf seine Oberfläche: so verbrennt auch das Quecksilber mit einer sehr lebhaften Lichterscheinung, und verwandelt sich in schwarzes Oxid. Da diese Wirkungen um so viel stärker sind, als bey kleinen Platten: so ist es auffallend, daß die Erschütterung, welche man bey Verührung beider Pole empfindet, und überhaupt die Wirkungen auf den Organismus mit der Breite der Platten wenig oder gar nicht zuge-

nehmen scheinen. Die Wasserzersetzung geschieht merklich rascher, und man kann zu gleicher Zeit mehrere Köpfe in Thätigkeit sehen, ohne daß eine die Wirksamkeit der andern zu schwächen scheint. 3."

§. 1322. „Alle Naturforscher stimmen gegenwärtig darin überein, daß bei diesen Erscheinungen, nicht, wie viele anfänglich glaubten, eine noch unbekannte Naturkraft wirksam, sondern daß Volta's Behauptung richtig sei, der sie gleich anfänglich bestimmt für bloß elektrische Wirkungen erklärte. Schon vor Galvani's Beobachtungen (§. 1302) hatte Volta entdeckt, daß die Berührung zweier ungleichartigen Metalle in beiden entgegengesetzte Elektricität erzeuge; und sobald ihm Galvani's Beobachtungen bekannt wurden, erklärte er diese Erscheinungen für Wirkungen jener Elektricitäts-erregung, welches sich auch in der That durch alle folgenden Untersuchungen bestätigt hat. Durch eine fortgesetzte Reihe der feinsten Untersuchungen fand Volta ferner, daß die Berührung jeder zwei ungleichartigen Leiter Elektricität erzeuge, daß aber diese Erregung nur zwischen gewissen Metallen beträchtlich, dagegen zwischen den meisten feuchten Leitern so schwach sei, daß man sie fast als Null betrachten könne. Hieraus gründet sich die Einteilung der elektrischen Leiter in zwei Klassen. Die Leiter der ersten Klasse sind leitend und erregend zugleich (Elektronotoren): hierzu gehören außer den Metallen die aussergewöhnliche Holzkohle, das Kaspblen, und der schwarze feinstahlharte Braunkstein. Die Leiter der zweiten Klasse sind bloß leitend, und zwar in geringerem Grade, als die der ersten Klasse, und ihre Erregungskraft ist kaum bemerklich. Hierzu gehört besonders das Wasser, und alle penie mit Wasser durchsetzte Körper, als Luch, Porpore. Die Leitungskraft desselben wird durch einige Salze, besonders Kochsalz und Salmaß, merklich verstärkt. Diese Thatsachen waren es, durch welche Volta auf die Construction der Säule geführt wurde: und mit Hüfe der Granitkugeln

sehen Vorstellungsart hat er so sinnreiche Erklärungen dieses elektrischen Processes gegeben, daß es schwer wird, ihnen den Verfall zu versagen, wenn auch mancher Umstand dabei noch dunkel bleiben möchte. Die hier zu beobachtenden Größen verhalten nicht, in das Einzelne dieser Erklärungen überzugehen: wir begnügen uns daher, nur zu bemerken, daß nach Volta in der von allen Seiten völlig isolirten Säule eine ungleichförmige Vertheilung der elektrischen Materie entsteht, deren Spannung vom Kupferpol gegen den Zinkpol in jedem Plattenpaare um eine bestimmte Größe, also im Ganzen in arithmetischer Progression zunimmt; eine Vorstellung, welche sich durch elektrometrische Versuche sehr gut bestätigt. Wird die Isolirung beider Pole aufgehoben: so entsteht ein Durchströmen der elektrischen Materie vom negativen (also Kupfer-) Pol gegen den positiven (Zink-) Pol; und dieser Strom kehrt in sich selbst zurück, wenn man die Kette schließt. Man findet in Gilbert's Annaalen der Physik alle hierher gehörigen Abhandlungen sehr vollständig gesammelt, und im 3. Hefte des 12. Bandes eine systematische Uebersicht derselben. Besonders gehören hierher zwei Abhandlungen von Volta selbst: B. X. S. 422. B. XII. S. 497. Zuerst Veracht en des National-Institut, B. X. S. 389; und Platts Darstellung von Volta's Theorie. B. X. S. 219. §.

§. 1323. „Es ist eine durch viele Beobachtungen und Versuche bestätigte Sache, daß bey jeder chemischen Mischung zweyer Stoffe eine Veränderung in ihrem elektrischen Zustande entsteht. Daß mußte sehr natürlich auf die Vermuthung leiten, daß die chemischen Prozesse, welche in der Säule selbst vorgehen (§. 1319. 5.) die Quelle der hier wirklichen Elektricität seyn möchten. Volta's Untersuchungen hierüber lassen dieser Vorstellungsart wenig Wahrscheinlichkeit übrig, und zeigen vielmehr, daß umgekehrt eben die Elektricität der Säule die Ursache jener chemischen Prozesse sey, die indessen doch umgekehrt wieder auf die Elektricität

zurückwirken, und sie einigermaßen modificiren. Erman hat außer einer Menge interessanter eigenthümlicher Beobachtungen auch einen Versuch gemacht, die Erscheinung der Säule, ohne Annahme einer Strömung, aus der Vertheilung der Elektricität zu erklären; in: *s. Göttinger Annalen*, B. XI. S. 89. 3. „und mehrere vorhin schon zu erwähnende neuere Entdeckungen bestätigen jene Erklärungen vollkommen, wenn man dabei zu erwägen vergißt, daß bei den galvanischen Batterien die Elektroden weniger angefeuchtet, als vielmehr in ihrer Erregung beschleunigt werden.“

Er.”

§. 1324. Erman's Versuchen zu Folge (*Göttinger Ann.* B. X. S. 1. B. XI. S. 143 B. XLII S. 14) zerfallen die verschiedenen Materialien für die auf galvanischen Wege erzeugte Elektricität in verschiedenes Leitungsvermögen, und sie zerfallen in dieser Hinsicht in 1) Isolatoren, welche keinem Pole weder zum Lader noch Entlader dienen können; 2) vollkommene Leiter: beide Pole ladend und entladend, und im letzteren Falle das + E des einen und  $-E$  des andern zu 0 E ausgleichend; 3) unvollkommene Leiter: a) bipolare: den vollkommenen Leitern ähnlich wirkend, aber die chemischen Wirkungen der Pole nicht erhöhend; hieher gehören vorzüglich das Wasser, die wässrigen Lösungen der Salze, der Salzsäure und der Säuren, und wahrscheinlich aller sehr wasserhaltigen Flüssigkeiten; b) unipolare: 1) positiv unipolare: das + E ladend und daher den + E Pol entladend,  $-E$  hingegen nicht aufnehmend noch durchlassend; zu diesen zählt Erman die Flamme des Wägensteins, der Napptha, der fetten und ätherischen Öle, des Bernsteins, Kampfers, Harzes, Waxes, Talgs und des reinen Wasserstoffgases. Die Flamme des reinen Schwefels isolirt, die der Schwefelsäure hingegen leitet positiv unipolar, wegen des Kohlenwasserstoffgehalts der Fadenstoffe; 2) negativ unipolare: die Flamme



des Phosphors, trocknes Erweiß, und trockne alkalische Seifen. — Hiervon abweichende Ergebnisse will Delesgenues erhalten haben; Joura. de phys. Vo. LXXXII. p. 449. Kr."

§ 1325. „Die große Geschwindigkeit, mit welcher sich die Wirkungen der Volta'schen Batterie fortpflanzen, veranlaßte v. Schumering zur Erfindung des elektrischen Telegraphen, der jedoch nur für mäßige Fernen anwendbar ist. Kr."

„Schweigger's Joura. B. XV. S. 494. Verbindung mit dem Leuchtapparat des Padoles; B. XVI. S. 177. Unanwendbar für große Fernen, Gilbert's Ann. B. LXXX. S. 116. 478. Kr."

§ 1326. „Die Art der Elektricität der Pole einer Volta'schen Säule hängt nicht lediglich von der Natur der Metallplatten, sondern auch von der zum Zwischenschichten gebrauchten Flüssigkeit ab. Dieses beweist die Erfahrung, daß Umkehrung der Pole einer Eisen: Krofersäule erfolgt, je nachdem sie mit Wasser oder Schwefelwasserstoffwasser gebauet worden ist; a. a. O. B. XXXVII. S. 429. B. XXXVI. S. 332. B. XXXVIII. S. 133. Kr."

§ 1327. „De Luc brachte einen Metalldraht in die Mitte des zwischen beiden Poldrähten befindlichen Wassers, während er mittelst einer besondern Vorrichtung den elektrischen Zustand, sowohl dieses Mitteldrahtes, als auch der beiden Poldrähte jeder Zeit zu erforschen vermochte. Der erstere war neutral, wenn der eine Poldraht — E, der andere + E zeigte, gab aber dennoch an seinem einen Ende Sauerstoffgas, am anderen Wasserstoffgas, und fuhr beyde Gase zu geben auch dann fort, wenn er positiv gemacht, und dagegen der positive Poldraht neutral, oder wenn er negativ geladen und statt dessen der negative Poldraht neutral geworden war. Es scheinen diese Versuche zu zeigen,



daß der Mittelstrich abgesehen von der einen oder andern oder der ausgeglichenen beiderseitigen Ladung, durch das ursprüngliche Gegenwirken der Polstriche in einen Zustand versetzt werden kann, wo er ähnlich dem Glas zwischen beiden Belegen einer Leydner Flasche — elektrisch erregend und durch chemisch zerlegend wirken kann, ohne daß er es zur Sammlung nöthig ist. Merzen des einen oder anderen Elementen löst; Singer's Elemente überf. v. Müller S. 233 bis 235. Kr."

§. 1328. „Bei jeder galvanischen Zersetzung suchen Leiter ihren außer der anziehenden Wirkungen der Pole bestehenden, auch der stoßenden nicht minder mächtig mitzuwirken, wodurch sich erklärt, wie die durch Zersetzung ausgetriebenen Stoffe in oft so beträchtliche Fernen auseinander bewegt werden können. Kr."

§. 1329. „Wenn z. B. lange Röhren fließendes Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff polarisch getrennt wird, so wird der erstere nicht nur darun zum + Pol bewegt, weil er als negative Substanz gezogen, sondern auch, weil er vom gleichnamigen — Pol abgelenkt wird, und das Umgekehrte vom letzteren. Auch besitzen die verschiedenen Stoffe verschiedene Capacitäten für das von ihnen zu bindende + oder — E, und diese Unterschiede können oftmals zu sehr beträchtlichen Umänderungen in den Zersetzungen gemischter wässrig flüssiger Leiter führen. Es scheinen unter andern hierher zu gehören Davy's Beobachtungen über die Zersetzung der im Erhaltungswasser liegenden Quecksilberäugen, welche aufhörte, so wie dieselben Wasserstoffgas entbanden; a. a. O. S. 239. Kr."

§. 1330. „Bertholm's Verfahren an über Quecksilber in Wasser befindlichen Körperchen die Wirkung der elektrischen Anziehung und Abstoßung, in das Wasser reichender (goldner Polstriche der Säule auffallend nachzuweisen; Gilotti's Annal. V. XI. S. 30. und V. LV. S. 203. Ritters, v. Helwig's, Parrot's u. m. A. Beobachtungen

über die Oscillationen, Ausdehnungen und Zusammenziehungen des unter Wasser dem Wirken der Polbrüche preisgegebenen Quecksilbers; m. Experimentalphysik. Cap. VI. §. 122. Wem. 11. Pottor's Physik. B. 11. S. 537. R."

§. 1331. „Besonders merkwürdig sind in dieser Rücksicht, wie auch hinsichtlich des Verhältnisses der electrischen chemischen Anziehung zur mechanischen Cohärenz, Erman's schöne Versuche; Gilbert's Ann. B. XXII. S. 261. Als Erman eine gut concentrirte eiserne Adhäsionsplatte an dem einen Arm einer Waage ins Gleichgewicht brachte, nachdem er sie einer über Quecksilber stehenden sehr dünnen Wasserschicht fast bis zum Abreißen genähert und die Waage mit dem einen, das Quecksilber mit dem andern Pol der Säule verbunden hatte, bemerkte er, als er die Säule mittelst eines Hebels schloß, daß sich sogleich die Basis des gehobenen Wassercylinders auf der Quecksilberfläche ausbreitete (indem sie vom Rande der Platte rund umher hervorschnellte) während die Platte herausgezogen und die mit einigen Unzen beschwerte Waage zu beträchtlicher Neigung gebracht wurde. War hierbei der positive Drath durch die Waage mit der Platte und das Quecksilber mit dem negativen Drath in leitender Verbindung, so war die Bewegung und die Ausbreitung des Wassers noch lebhafter, und die Quecksilberfläche selber geriet dadurch in leise Bewegung. R."

§. 1332. „Wurde eine auf einer Quecksilberfläche ruhende Wasserschicht nur an ihrer Oberfläche mit dem positiven (Platin-) Poldrath berührt, während der negative Drath ins Quecksilber tauchte, so wurde die ganze Wassermasse senkrecht auf und ab geschleudert, während es sich eben so heftig in horizontaler Richtung ausdehnend und zusammenziehend bewegte. Dabei geriet die ganze Quecksilberfläche in andauernde consensuelle ringförmige Undulation. R."

§ 1333. „Wählte man hingegen statt des platten Quecksilbers eine, auch noch so vollkommen polirte flache Metallplatte, so erfolgte keine Spur von Abplattung des Quecksilbers und mithin auch nicht die mindeste Oscillation. In durch vermehrte Abplattung nachfolgend veränderte Erscheinung beider Platten, ist also das Einleitende des letzten Theils der Erscheinung  
Kr.“

§ 1334. „Das Quecksilber muß zu diesen und ähnlichen (a. a. O. beschriebenen) Versuchen vollkommen rein und so getrocknet seyn, daß seiner Oberflächenerhebung kein mechanisches Hinderniß erwächst. — Mit der Trochäen- und Zink-Drähte gelangten die Versuche nicht; a. a. O. S. 273 u. f. S. 279  
Kr.“

§ 1335. „Wählte man zu ähnlichen Versuchen das Quecksilber reichende Kupfer- oder Eisendrähte zu Trochäen, während man nur wenig Wasser den entzweigenden Drähte bietet, so erfolgt, meinen Beobachtungen gemäß, bis zum Kern hinlich dieser Drähte dringende Amalgamation derselben; D. Gewerksfr. B. II. S. 115 bis 136.  
Kr.“

§ 1336. „Hinsichtlich der Stärke elektrischer Wirkungen, hat sich die ältere Ritter'sche Erfahrung, daß sie mit der Quadratfläche der Metallplatten wachse, während sich die gewöhnlichen elektrischen Erscheinungen (der gleicher Zahl von Plattenpaaren) nicht beträchtlich vergrößern, an Galvani's Trochäenbatterie auffallend bestätigt. In den nachfolgenden §§. sind die vorzüglichsten Wirkungen dieser Batterie herausgehoben. Sie bestand aus 40 Kupfer- und 20 Zinkplatten, deren jede 6 engl. Fuß lang und 2 Fuß 6 Zoll breit war. Jede Zinkplatte war mit zwei gegenüberstehenden Kupferplatten in eine Zelle des Trochäenbatterie gefügt worden, und zur Zellenflüssigkeit diente, theils ein saures vermisches Wasser, theils stärker gesäuertes Zinkwasser. Die Säure war ein Gemisch aus Schwefelsäure und Salpetersäure.  
Kr.“

§. 1337. „Die erste Reihe dieser Versuche betraf die Reihenfolge, in der die verschiedenen Metalle, wenn sie zu Ketten schließenden Gliedern um Kreise der Säule erhoben werden, eher oder später, schwächer oder stärker erglühen; die anderen Versuche waren dazu bestimmt, sowohl die Schmelzbarkeit verschiedener Materien, wie auch ihre anderweitigen chemischen Veränderungen, so weit dieselben von den Elektricitäten der Säule abhängig sind, oder dadurch beschleunigt werden, auszumitteln. Kr.“

§. 1338. „Zu den Erglühungs-Versuchen wurden Behufs jedes einzelnen Versuchs zwei Dräthe, aus verschiedenen Metallen, z. B. Platin- und Golddrath je der  $\frac{1}{8}$  Zoll Durchmesser und 8 Zoll Länge habend, gewählt, indem man den einen mit dem am negativen Pol und den anderen mit dem am positiven Pol befindlichen Quecksilber verband, und dann die beiden gegenstehenden freien Enden umbog, und so in einander häng. Kr.“

§. 1339. „Platin glühte, während der gegenstehende Golddrath unverändert blieb; Gold glühte, während sich Silber unverändert zeigte; Gold und Kupfer glühten beide roth. Bei Gold und Eisen glühte das letztere, während das erstere keine Aenderung erlitt, bei Platin und Eisen, glühte anfänglich Eisen ohnfern der Berührung, dann kam aber Platin seiner ganzen Länge nach zum Erglühlen; endlich nahm die Hitze des Eisens wieder mehr zu und umgekehrt die des Platin ab. Platin und Zink; ersteres glühte, letzteres schmolz nahe am Berührungspunkte; in einem zweiten Versuche kam das Zink nicht zum Schmelzen, ohngeachtet das Platin wie zuvor erglühte. Eisen und Zink; ersteres glühte, letzteres kam nicht zum Fluß. Platin und Niek; letzteres schmolz, ohne daß ersteres zum Glühen kam. Bei Platin und Zinn, war das Verhalten dasselbe, und Silber und Zink zeigte Erglühlen des Zinks vor dem Schmelzen, während das Silber dunkel blieb.

Kr.“

§. 1340. „Schloß man die Batterie zugleich mit mehreren Paaren solcher Dräthe, so waren die Ergebnisse nicht merklich von den vorhergehenden verschieden. Auch waren die Erfolge dieselben, ob man mit dem positiven Pol den einen oder den anderen der Dräthe in Berührung brachte.“  
Kr.

§. 1341. „Waren in diesem, wie in den folgenden Versuchen beide Pole genau mit einander verbunden, so war die Kette vollkommen geschlossen und weder Glühung, noch Wärmung, noch chemische Wirkung wurde wahrgenommen; was vollkommen übereinstimmt mit unsern Bemerkungen über die Art, wie die Elektricitäten überhaupt dergleichen Erscheinungen hervorbringen; nemlich, daß sie nur dort merkliche Veränderungen der zwischen ihnen befindlichen Substanzen erzeugen, wo sie aus Mangel an guter Leitung (d. h. von einer Leitung, die so schnell erfolgt, als ihre Zustimmung) sich gegenüber anzusammeln genöthigt werden, was sie zur ruhigen Gegenwirkung bringet, und in diesem Zustande als chemische Potenzen von der größten Wirkungsgewalt wirken macht.“  
Kr.

§. 1342. „Obigen Versuchen zu Folge steht das Leitungsvermögen der Metalle für die Elektricität in folgender Ordnung: Silber, Zink, Gold, Kupfer, Eisen und Platin; indeß ist diese Ordnung darum nicht constant, weil sowohl die bereits angenommene Elektricität selbst, als auch die entstehende verschiedene Wärme, die Leitung für die Elektricität abändern. Uebrigens scheinen Leitungsvermögen für die Elektricität und für die Wärme, bey den Metallen einander gleichen Schritt zu halten.“  
Kr.

§. 1343. „Wurde die Batterie mittelst zweyer gleich langer neben einander liegender Platindräthe geschlossen, von denen der eine  $\frac{1}{8}$ , der andre  $\frac{1}{16}$  Zoll Durchmesser hatte, so kam der dickere Draht zum Glühen; wahrscheinlich weil er mehr Elektricität auszunehmen, und dagegen verhältnißmäßig von seiner Oberfläche in gleichen Zeiten zu

niger Wärme zu entlassen vermochte, als der Dünnere. — Wurden beide Drähte zu einem Leiter verbunden, so war die Ordnung des Erglühens die umgekehrte; vielleicht indem nun die Wärme des dickeren Drahts zu dem dünneren (als einem Leiter, der besser war als die Umgebung) gelangend, dessen Elektricitätswärme mehrend schneller steigerte, als sie allein für den dickeren das Phänomen der Erglüzung zu bewirken vermochte.

St."

§. 1344. „Nachstehende Versuche wurden mit dem veredhnten Apparate angestellt, nachdem das Säuregemisch des feuchten Leiters beträchtlich verstärkt worden war.

St."

§. 1345. „Ein Platindrath,  $5\frac{1}{2}$  Fuß engl. lang, und 0,11 Zoll dick, wurde seiner ganzen Länge nach bei vollem Tageslichte rothglühend; desgleichen einer von  $8\frac{1}{2}$  Fuß Länge. Ein viereckiges Platinstäbchen,  $\frac{3}{4}$  Zoll ins Gevierte und  $2\frac{1}{2}$  Zoll lang, glühte roth und schmolz leicht. Ein cylindrisches, 0,276 Zoll dick und  $2\frac{1}{2}$  Zoll lang, wurde durchaus weißglühend.

St."

§. 1346. „Als man gleiche Gewichtsmengen Quecksilber in zwei Schälchen von gebranntem Thon dergestalt vertheilte, daß das eine Schälchen mit dem einen, das andere mit dem entgegengesetzten Batteripole in Verbindung stand, und nun beide Quecksilbermengen mittelst eines Platindraths von einer solchen Länge und Dicke verband, daß die Batterie ihn stets glühend erhielt, zeigte nach zwanzig Minuten das mit dem Zinkpol verbundene Quecksilber eine Temperatur von  $121^{\circ}$ , das mit dem Kupferpol in leitender Verbindung stehende eine von  $112^{\circ}$  F.

St."

§. 1347. „Als Children in einem späteren Versuche alle Zinkplatten der Batterie von den Kupferplatten dadurch trennte, daß er die Bleistreifen zerschnitt, mittelst welcher sie unter einander verbunden waren, darauf sämmtliche Zinkplatten aufs Neue mit einander durch andere Bleistreifen



in leitende Verbindung brachte, und eben so mit den Kupferplatten verfuhr, und dadurch die ganze Batterie in ein großes Zinkkupferplattenpaar von 1344 Quadratzuß Oberfläche verwandelte, brachte diese große einfache gold. Kette (nachdem die Platten zuvor über der Säure ohne sie zu berühren aufgehängt und beyder Ausfuniplatten Oberfläche durch einen 7<sup>ten</sup> Zoll dicken und ohngefähr  $\frac{3}{8}$  langen Platindrath verkundet worden waren) als sie im Dunkeln der Säure hinabgelassen wurde, am Platin keine Spur von Glühung hervor (welches velleicht erfolgt seyn würde, wenn der Draht zwischen zwey andern Drähten sich befehl hätte), während doch in einer andern, von Volta's erfundenen Vorrichtung, mit 48384 mal kleineren Platten anhaltendes Glühen erfolgte. Kr.

§. 1348. „Dieser Volta'sche Apparat besteht aus einem breit geschlagenen silbernen oder kupfernen Schalenbecken, zwischen dessen 2 Ranten von einander abstehenden und ohngefähr 2 Zoll langen Wänden ein Zinkdrath mittelst Siegeslack dergestalt befestigt ist, daß es an jeder Stelle unmittelbar das Silber (oder Kupfer) berührt, sondern an jeder Seite  $\frac{1}{2}$  Linie davon absteht. Außerdem befindet sich am Nahrung (oder Fingerhut) ein silberner Hefel, von welchem, so wie von der Zinkplatte ein Platindrath ausgeht; beide Drähte durchbohren ein Glaskügelchen und enden sich in einem zweyten Kügelchen der Art. Ueber beide sich möglichst nahe stehende Platindrähte wird ein sehr dünner (ohngefähr 7<sup>ten</sup> Zoll dicker) Platindrath angezogen. — Wird nun dieser kleine Apparat in einer Gelauchte (der mit kupfernem Nahrung bis zu  $\frac{1}{2}$  seiner Höhe nicht zu schwache Salz- oder Schwefelsäure, der mit silbernem Fingerhut etwa bis zur Hälfte in ein Gemisch von 1 Th. Salpetersäure und 50 Wasser), so erglühete plötzlich die feine, beide Platten verbindende Platindrath, und da darin mehrere Secunden lang an, so daß man ein Flämmchen oder Schwamm darin anzünden kann. Kr.



sah ihn 1814 bei Wollaston am hellen Tage deutlich glühen). Kr."

§. 1349. „Es merkt diese kleine Vorrichtung von jener Childern's (§. 1347) darin ab, daß in Wollaston's Apparat sich der ferne Platindraht zwischen zwei dicken (vergl. §. 1343.) Drähten befindet, daß die Zinkplatte von beiden Seiten mit einer noch einmal so großen Silberfläche umgeben ist, und daß zwischen den Gegenflächen beider Elektroden nur eine sehr dünne Säureflüssigkeit. Schwiedt legt — Uebrigens gewährt unter ähnlichen Umständen ein dicker Platindraht das Phänomen der Erglühung, wenn man eine 16 Quadratzöllige Zinkplatte mit zugehöriger Kupferschleife auf die erforderliche Art verbindet, und in ein flüssiger Säure enthaltendes Kupfergefäß taucht. Vergl. Gilbert's Ann. B. XXIV. S. 1 ff.; Berlinisches Jahrb. f. d. Pharmacie u. 1817. S. 223 u. f., und Schweigger's Journ. B. LVII. S. 335. Kr."

§. 1350. „Als Childern sehr dünne Streifen Holzkohle mittelst der eben erwähnten Batterie zum starken Rothglühen brachte, und sie also glühend in Chlorwasser, und in einem anderen Versuche in Stickgas erhielt, bewirkten sie keine Aenderung dieser Gase; vergl. hernach §. 866. — Führt man die einander bis auf 1 bis 2 Linien genäherten Drähte der Batterie innerhalb einer Talglaternenflamme sich mit Ruß belegen (woben sich die von Ritter, bemerkten Rußendrüsen bilden; meine Experimentalphys. Cop. VI §. 122) und schließt dann die Kette durch Berührung der bewußten Drahtenden in der Flamme, so verbrennt die Rußschle mit lebhaftestem Weislicht. Kr."

§. 1351. „Childern legte auf das Quecksilber der mit den Polen der Batterie verbundenen Gefäße (§. 1346.) eine gut gebrannte, oben ausgehölte Holzkohle, brachte in die Vertiefung, die in nachstehenden Versuchen bemerkten Metalloride, schloß die Kette mit einem zweiten Stück Kohle, welches durch dicken Kupferdraht mit dem anderen

Quecksilbergefäß in leitender Verbindung stand und theils Schmelzungen, theils Verflüchtigungen und theils Herstellungen sonst sehr feuerbeständiger, und schwer reducirbarer Oxyde und Oxydgemische. Kr."

§. 1342. „Jedes in bemerkter Hinsicht versuchte Zersetzend wurde vor dem Versuche in einem Kohlentiegel, bei starker Ofenhitze geglüht. — Scheeloryd schmolz und bildete zum Theil einen metallisch glänzenden, gräulich, weissen, dichten und sehr brüchigen Körper; Tantalssäure schmolz nur dem beträchtlich kleineren Theile nach zu röthlichgelben, sehr brüchigen Körnern; Uranoxyd schmolz gänzlich, ohne Metallglanz zu zeigen (der übrigens nicht immer auf Reduction deutet; wie schon das natürliche schwarze Manganoxyd lehrt). Eben so verhielt sich Titanoxyd; stärker erhitzt brannte es unter Aussprühung glänzender Funken. Certeriumoxyd kam in Fluß und brannte, als es erhitzt war, mit einer grossen, lebhaften, weissen Flamme, wobei es sich zum Theil verflüchtigte; nachdem das gasartige Zind einige Stunden lang der Luft ausgesetzt gewesen war, bildete es ein hellbraunes Pulver, welches viele kleine, silberglänzende Theilchen enthält und einen dem Phosphorwasserstoff ähnlichen Geruch entwickelte. Zirkonoxyd schmolz und reduirte sich leicht, ein sehr brüchiges, stahlgraues Metall darstellend, welches bald purpurfarbig anlieh. Osmiumhaltiges Iridium schmolz zu einem sehr porösen (und bei dieser Porosität 18,68 spec. Gew. geworben) weissen und lebhaft metallisch glänzenden Kieselrubin und Sapphir schmolzen nicht. Blaues Spinell verschlackte; Talkerde backte zusammen; norwegischer Zirkon schmolz unvollkommen; Quarz, Kieselstein und Graphit blieben unverändert und Gadolinie schmolz zu einem Kugelform. Kr."

§. 1353. „In den Einschnitt eines reinen holländischen Eisendrahts wurde Diamantpulver geschüttet, daran durch Umwickelung mit feinen Eisendraht sehr gehalten, die ganz

unwiderstande Drahtstelle mit Talbutter umstreichen, und so vorbereitet den Voltdrähten der großen Batterie preisgegeben. Zum Rothglühen gelangt, ließ man ihn 6 Minuten darin, und fand nun, nach Cassung des Drahts, das Diamantpulver nicht mehr, dagegen aber die innere Oberfläche des Eisens durch Schmelzung voller kleiner Höhlen (ohnachtet es nur eine mäßige Hitze erlitten hatte) und alle von Diamantpulver berührt gewesenen Stellen in reinen klaren Stahl verwandelt, der bis zum Rothglühen erhitzt und in Wasser abgelöscht, so hart wurde, daß er Glas ritzte und von der Feile nicht angegriffen wurde. Kr."

§ 1354. „Seht man thierische oder vegetabilische feuchte oder flüssige Substanzen der Wirkung der galvan. Säule aus, so erleiden sie schnell Veränderungen, welche zunächst in den Wirkungen des gesetzten Wassers und zum Theil auch der in ihnen enthaltenen gewesenen und durch die Elektricitäten gesetzten Säure (vergl. Lissinger's und Verszele's Versuche; Gehlen's N. A. Journ. d. Chem. B. I. S. 116 ff) ihren Grund haben. v. Arnim sah, unter ähnlichen Bedingungen, Pflanzenschleim schnell säulen (wie auch v. Humboldt's und Ritter's Beobachtungen zu Folge Groschendorfs, welche zum Schließen einfacher galvanischer Ketten gebraucht worden, eher säulen, als nicht galvanisirte), und Bier und Wein bald sauer werden. Ähnlich diesen Substanzen verhalten sich in v. Arnim's u. A. Versuchen die meisten thierischen Substanzen. Reines Blut wurde am Zinkpol röthlich, während es gerann; am Kupferpol hingegen fast schwarz, indem es flüssig blieb. Parrot sah Muskelfaser am + E. Pol keet, am — E. Pol Gallerte absehn. Brugnatelli bemerkte am letztgenannten Pole Milchzucker aus Milch geschleden, während dieselbe am entgegengesetzten Pole gerann u.; m. Experim. mentatphys. a. a. D. Bom. 11. ff. Kr."

§ 1355. „Eben Simon, Erman, Ritter u. m. A. forten bald nach Erfindung der Voltaschen Batterie

er mit Hülfe derselben kleinsten Mengen an Salzbasen gute brennende Salzsäure, im gewöhnlichen destillirten und nicht mehr in Wasser gelunden, welches über thierischen Materien (Landsblase, Seide etc.) gestanden, oder überhaupt mit organischen Substanzen, wenn auch nur spurenmäßig geschwängert gewesen war. Pachtian, ähnliche Wahrnehmungen machend, glaubte aus seinen Versuchen folgern zu müssen, daß das Wasser am  $+ 1$  Pol in Salzsäure, am  $- 1$  Pol in Alkali (Natron) verwandelt werde; o. a. D. (Vom 11). Um darüber zur Entscheidung zu gelangen, mißverheltte J. Davy jene Versuche unter mancherley Abänderungen, und indem er fand, daß die angeblich erzeugte Salzsäure es Edukt sey, den Röhren entflammend, welche zum Wasserbehälter in Pachtian's Versuch en gedient, daß bey den gleichen Versuchen Salzsäure aus Klüpfen geschieden werden könne (wiewohl in kleinsten Mengen) in denen sonst keinen Salzgehalt annehmen pflege (z. B. in Gipsen älteren Gebirges, was mit zum Beweise für die Abspaltung, z. B. des Granits etc. aus Meerwasser benutzt werden kann, daß sie selbst harzenen, wächsernen, gläsernen u. dergleichen galvanisch entziehbar sey, hingegen in rein metallenen (z. B. zinnernen, goldenen etc.) Röhren nicht zur Darstellung gelangte, und daß das Guldgas der beim Wasser begrenzten atmosphärischen Luft, unter bemerkten Umständen, Salpetersäure und Ammoniak entstehen machen könne, ward er im Verfolg dieser seiner der Pachtian'schen Hypothese gewidmeten Versuche zu einer der wichtigsten Entdeckungen in der neueren Physik und Chemie zur Darstellung der leichtesten Metalle (oben S. 69.) oder sogen. Metallreihe (Alkalien und Erdmetalle) geleitet.

Ar.

§. 1356. „Den 19. Nov. 1807 theilte Humphrey Davy der Königl. Soc. zu London Versuche mit, welche erwiesen, daß Kali und Natron (wenn eines der Alkalien mit sehr wenig Wasser leitend gemacht den Polen drachen einer starken Volta'schen Batterie preisgegeben

war

würden) am negativen Pole, mit Hülfe des dastelbst aus ealstbanisch zerlegtem Wasser geschiedenen Wasserstoffe, in Form sehr leichter, flüssiger und höchst breimbarer Metalle dargestellt, oder vielmehr in diese Metalle (Kalium und Natrium; oben S. 69 u. f.) und in Sauerstoff zerlegt würden. Eine Entdeckung wurde von deutschen, englischen, französischen und von fast allen experimentirenden Chemikern und Physikern des gebildeten Europa sehr bald bestätigt, und nicht lange darauf auch auf die übrigen Asien und Erden ausgedehnt. Kr."

§. 1357. „Ehildern, auch hieher gehörige Versuche mit seinem großem Troqapparate anstellend, beobachtete Folgendes. Wurde trocknes Zinkkali zwischen zwei höhlensförmlichen in den Kreis der Materie und dadurch in eine sehr starke Hitze gebracht, so schnell es, und schien sich zu zersetzen, indem es eine lebhaft, purpurrothe Flamme (ähnlich der des verbrennenden Kaliums) verbreitete. War das Kali feucht, so erfolgte nur Wasserzerlegung. Kr."

§. 1358. „Am leichtesten stellt man das Kalium galsbanisch dar, wenn man ein nur wenig feuchtes Stück Zinkkali, auf einem mit dem — k. Pol verbundenen Platte stehen (in einer besondern dazu gehörigen Vorrichtung; vergl. m. Experimenta'phys. Cap. VI. 2te Aufl. oder statt dessen in einem mit dem erwähnten Pole verbundenen silbernen Löffel legend, den + k. Draht damit in unmittelbare Verbindung setzt. Sonst kann man auch etwas Kali auf einer Glasplatte zwischen beide Poldrähte so legen, daß beide innerhalb des wenig feuchten Kali (oder Natrium, oder Lithion) ohngefähr um 2 Linie von einander abstehen. Kr."

§. 1359. „Wählt man zum — F Draht Eisen und setzt dasselbe mit ein wenig Quecksilber in leitende Verbindung, das auf Glas (z. B. auf der Höhlung des umgekehrten Bodens eines Reibglases) in Form eines Kugelhens ruht, belegt oder umlegt dieses Kugelhens mit etwas Kali (oder, den sehr starken Batterien, mit etwas gesuchterer

(Erde z. B. Talkerde) und verfährt mit dem + E Draht oben, so erhält man die leichten Metalle in Verbindung mit Merkur als Amalgame. Davy, Berzelius, Berzelius u. m. A. haben auf diesem Wege die meisten Erden und sämtliche Alkalimetalle amalgamirt; vergl. in Berzelius' talph. a. a. O. und Sings a. a. O. Müllerss Zusage selbst S. 415 ff. Rt.

§. 1360. „Wählt man statt der feuerbeständigen Salzen oder der Erden Ammoniak (z. B. Talksaures) so hält man im letzteren Versuch das sog. Ammoniakamalgam; aus demselben oder auch ohne Vermittelung des Drahts „Ammoniakmetall“ (Ammonium) darzustellen, ist sehr leicht und einfach versucht werden. Indes ist es auch nicht notwendig, daß eine Materie metallisch sey, um es amalgamiren zu können, und es kann das Ammoniak selbst in dem sog. (sicht aufquellenen) Amalgame enthalten seyn. — Morphium (§. 857.) scheint eine ähnliche Verbindung zu gewähren. Rt.

§. 1361. „Sehr glänzend sind die mit Hülfe der starker Säulen zu Grunde zu bringenden Verbrennungen des ächten und unächten Blattgoldes (zu bräunlichen Dünsten) und Blattsilbers, Stramio e, laminirten Zinks, Kupfers, Eisens, Bleys, des Eisendraths, Kupfers und Messingdraths, des gepulverten Wismuths, Stibiums u., wenn man erstere an den positiven Pol hängt und letztere auf die obere Zinkplatte streut, und es dem — E Draht diese Metalle berührt. Sie brennen dabei unter Erzeugung des lebhaftesten Farbenlichtes, das besonders bey Silber (in atmosphärischer Luft) schön erscheint. Gold gelblichweiß, beim Zinn bläulichweiß, beim Eisen roth u. auszufallen pflegt. Rt.

§. 1362. „Auf ähnliche Weise (besonders mittelst des als schließendes Glied zu benutzenden Blattgoldes) läßt sich Weingeist, Aether, Phosphor, Schwefel, fein gelbes Schießpulver, feiner Kohlenstaub u. entzündet



Stärkere Säulen verbrennen Platindraht und zünden groe Kohlenspitzen (§. 1351.) letztere selbst unter Wasser — In allen diesen Fällen wirkt sowohl die erzeugte Wärme, als auch die durch Elektrisirung eingetretene Erhöhung der chemischen Anziehung der Brennbaren zum Sauerstoffe, oder zu dessen Vertretern). Wählt man zu Poldräthen zwei Eisendräthe, und nähert diese mit ihren ausstehenden Enden, so verbrennen sie (am + E Draht mit rothem strahlendem Funkenlichte) und finden sich nach der Berührung an einander geschweißt. Kr."

§. 1363. „Sieht man etwas Quecksilber in eine kleine winklig gebogene Glasröhre, leitet darauf den einen eisernen Poldraht der Säule so hinein, daß er nur in das in dem einen Schenkel der Röhre befindliche Quecksilber Behufs der leitenden Verbindung mit diesem Pole taucht, und führt nun den anderen ebenfalls eisernen Poldraht zur Quecksilberoberfläche des anderen Schenkels, so verbrennt ein Theil des Quecksilbers mit purpurner, ein Theil des Eisens mit rother Flamme. A. a. D. und Gay, Lussac und Thénard in Gilbert's Ann. B. XXXVIII. S. 121. Kr."

§. 1364. „H. Davy benutzte zu seinen Versuchen vorzüglich den großen Trogaparat der Royal-Institution zu London, der aus 2000 vierzölligen Zink-, Kupfer-, Plattenpaaren besteht. Kohlenspitzen mußten bey demselben bis zu  $\frac{1}{8}$  oder  $\frac{1}{2}$  Zoll gedöhert werden, bevor sich irgend ein Licht zeigte; wie nun aber diese Spitzen durchgängig glühten, so fuhr ein anhaltender Lichtstrom zu spielen fort, wenn sie jetzt auch nach und nach selbst bis zur Abstandsweite von fast 4 Zoll von einander entfernt wurden. Der Lichtstrom nahm die Gestalt eines in der Mitte breiten, gegen die Kohlenspitzen schmal zulaufenden Bogens an, entwickelte heftige Hitze und zündete augenblicklich jede in ihn gebrachte oxydirbare Substanz. Diamantstückchen und Graphit verschwanden, indem sie ohne merkbare Schmelzung zu verdunsten schienen, auch selbst, wenn sie von der



verdünnten Luft eines ausgepumpten Recipienten waren.

§. 1365. „Drei Platindrähte floßen in dieser Luft zu großen Kugeln, und Sapphir, Quarz, Zinn und Aaskamen daran zum Ziehen. — Als die verdünnte Luft verdünnt, so entzünd sich die Batterie in großer Hitze, und der Lichtbogen konnte bei solcher Umdrehung der Kohlenstangen bis zu 7 Zoll verlängert werden. Es zeigte sich von hundert Plattenpaaren, jedes 6 Zoll im Durchmesser ähnliche Phänomene, jedoch in kleineren Dimensionen.

§. 1366. „Taucht man die Kohlenstangen des letzten beschriebenen Apparats in Oel, Ölweinsäure, Aether oder in Wasser, ohne sie auf die Oberfläche zu bringen, so erfolgt keine Entzündung, sondern Zerstörung der genannten Flüssigkeiten. Läßt man statt der Kohlenstangen seine Drähte in die (oder jede andere) Flüssigkeit mit Ausnahme des Quecksilbers als Poldrähte der Batterie senken, ohne daß sie denselben andern so nahe kommen, so bringen sie dieselbe im Stande.

§. 1367. „Spannt man einen feinen Platindrähtchen auf der Luftpumpe stehenden Recipienten, und verbindet ihn durch Verbindung mit den Polen einer hinlänglich starken Batterie zum Dunkelrothglühen, so nimmt das Licht an Lebhaftigkeit zu, in dem Maße, wie die Luft verdünnt wird, bis er endlich weißglüht. Wenn man nun wieder Luft in den Recipienten treten, so wird er wieder dunkler und endlich so dunkelglühend, wie er beim Anfange des Versuchs war. Erneuerte Verdünnung der Luft erhöht wieder seine Gluth, während sie durch den nachmaligen Verdünnung geschwächt wird. Es lassen sich diese Wirkungen mehrmals wiederholen, unter sich stets ein gewisses Verhältniß behauptend, nemlich bei jeder Verdünnung an Intensität verlierend.

§. 1368.

§. 1368. Als Singer (a. a. O.) in Wasserstoffgas aufgespannten Platindrath mit der Batterie in Verbindung setzt, zerhieltete derselbe, im Momente da die Kette geschlossen wurde, in eine Menge feiner Fäden. Wiederholte Versuche gaben das Phänomen nicht zum zweiten Mal. (Ich sah zu Schließungen einfacher wie zusammengesetzter Ketten oder Batterien oft gebrauchte Platin- und Golddräthe sehr spröde werden, so daß sie nicht gezogen werden konnten, ohne zu zerbrechen, ohnerachtet sie vollkommen metallisch glänzend geblieben waren und nicht etwa durch zufällig in schließenden Flüssigkeitsketten entbundenes Gas merkbar angegriffen zu seyn schienen.) Kr."

§. 1369. Hat man in dem §. 1367. beschriebenen Versuche den Recipienten nach der Auspumpung mit Schwefelwasserstoffgas gefüllt, und die Beobachtung geöffnet, daß statt des Platindraths entgegenstehende Kohlespitzen die Funken einer starken Batterie durch das Gas hindurchgehen lassen, so wird das Gas zersezt, indem sich Schwefel (die innere Fläche des Ballons stäubend) unter brennender Lichtglanze auscheidet. Auf gleiche Weise wird Phosphorwasserstoffgas, unter Niederschlagung von Phosphor, und das Arsenikwasserstoffgas, unter Bildung von Arsenik zersezt. A. a. O. Kr."

§. 1370. Bei der Wiederholung des ursprünglich Volta'schen Versuchs: Das Quecksilber in einer schiefen Röhre (etwa 6 Zoll langen und  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Zoll weiten) Glasröhre unter Wasser, mittelst Eisendrathen, welche zu den Polen der Batterie führten, in Oscillation zu versetzen (1331. ff.) bemerkte Ritter (Gilbert's Ann. B. VIII. S. 297 und Voigt's Magaz. B. II. S. 370), daß das Quecksilber am negativen Pol (also als Fortsetzung desselben) flüssiger und am positiven Pol zäher wurde; ersteres auf Hydrogenisation, letzteres auf Oxydation durch Bestandtheile des zersehten Wassers deutend. Einige wollen aus ähnlichen Phänomenen folgern wollen, daß im



aufgelöstes Metalle erhöht, mit demselben sich zu Wasser wieder verbindet, bevor er in Gasform zu erscheinen vermag. Kr."

§. 1373. „Zahl durchsichtig sollen die Metallvorgetationen, wenn die Lösung des Metallsalzes sehr verdünnt war. So giebt das Silber, Zinn, Zinn- und Wismuth, gelblich, bläulich, gelblich, rötlichweiße, stark durchscheinende Metallspitzen und Blättchen von ungewöhnlicher Zartheit. Weniger ist dieses der Fall beim Cadmium, Kupfer, Nickel und Kobalt. Kr."

§. 1374. „Ritter beobachtete außerdem, daß am entgegengesetzten (Zink-) Pol nur Sauerstoff überströmte Silber (Hyperoxyd des Silbers, aus der Silberoxydation am bemerktten Poltrache abgelagert wurde; auch sah er am Kupfropol schon gefallene Metalle mit Wasserstoff sich zu festen, metallisch glänzenden, dunkelfarbenen Niederschlägen vereinigen, sogenannte Hydrogenmetalle oder Metallhydrogäre bildend; Scheele's N. A. Journ. B. III. S. 561 bis 563. Kuhlmann erhielt bei der Wiederholung dieser Versuche ebenfalls das Hyperoxyd des Silbers, aber nicht jenes des Zinks und keine Hydrogenisation edler Metalle, sondern nur vom Wismuth, Arsenik und Zink; Schweigger's Journ. B. XV. S. 413 ff. — Es scheint bei der Bildung der hydrogenirten edlen Metalle sehr auf das rechte Maas der Wirksamkeit der Säule anzukommen; Wismuth gab mir bei einem ähnlichen Versuche etwas Wismuthwasserstoffgas, von eigenthümlichem, dem Schwefelwasserstoff einmischen ähnlichem Geruche. — Merkwürdig ist der Metallglanz der Hyperoxyde, den auch jenes des Zinks, meinen eigenen Beobachtungen zu Folge, sehr merklich besitzt. Kr."

„Ueber das merkwürdige Verhalten des Zinkes als positiver Pol im Kreis der 114, wo es nach Lutter mit Wasserstoff reagirt als braunes Hydrogäre absetzt, Scheele's Journ. B. I. S. 437. Darg in Schweigger's Journ. B. I. S. 348. Ueber die Metalltungen, die sich nach Lutter auf galvanischen Böden, Scheele's Journal B. VII. S. 730 — 740. Kr."

Verbindet man die Polstränge einer galvanischen Zelle nicht stark genug ist, um viele Funken zu erzeugen mit der einen, den anderen mit der andern, eine gewöhnlichen elektrischen (Leidner Flasche) Batterie von wenigstens 12 Quadratzoll Belag, so so schnell geladen, daß man ihr vermittelst ein mit dem äußeren Belag verbundenen Elektroskop man mit dessen anderem Ende den Knopf der Leitung abwechselnd b rührt in schneller Folge Funken kann. Von 300 bis 400 Plattenpaaren, von Funken aus den Elektroskopenden gewaltsam herbei 1000 Plattenpaaren erzeugen sie ein deutliches verändertes Metallstäbchen zu zünden, ehnraden mit Flüssigkeit gebaute Säule (oder Trogapparat) die letztere Wirkung nicht hervorbringt.

§ 1376. Als Zimper auf ähnliche Weise aus 400 Plattenpaaren, das Paar von 4 Zoll ist bestehenden (Flüssigkeit haltigen) Trogapparate erzeugt (dessen Polstränge sich über auf das Elektroskop ohne für sich einen verkennlichen Körper zu entzünden lang es, eine elektrische Batterie dergestalt mit den Enden der Polstränge zu laden, daß er Phosphor & Quecksilber mittelst der Funken zu entzünden vermag

geringen Zahl von Plattenpaaren, selbst während ihrer höchsten Wirksamkeit keine Leidner Flasche zu laden; a. a. D. S. 453. Kr."

§. 1377. „Eben Volta fand, daß ein neuer Paarpierstrafen, der mit seinen beiden Enden die beiden Enden der Pole der Säule berührte, von denselben eine Ladung erhielt, die noch nach Entfernung des Strafens fort dauerte, und hinreichte in einem Fleischpräparate Contractionen zu bewirken. Späterhin beobachtete Volta heret eine ähnliche Ladung an den von der Säule entfernten Polstrafen, und Ritter versuchte eine solch Ladung zu sammeln (sekundäre Säule) aus abwechselnden Schichten von feuchten Perern und Kupferplatten zu construiren, indem man sie durch eine nicht sowohl vermöge der von Außen empfangenen, als viel mehr mittel der in ihr selbst erzeugten Electricität; vergl. m. Experimenta' physik B. II. §. 122. Bem. 17. Kr."

§. 1378. „Hat man eine Leidner Flasche mittelst einer Vielplattendrath galvan. Batterie geladen, so kann man leicht die Lichtentzündlichen Gassen mit den ursprünglichen galvanischen Electricitäten darstellen; Erdmann und Helwig bedienten sich zu diesem Zwecke zweier Condensatoren; a. a. D. Unmittelbar stellte sie Ritter dar, indem er den eisernen Zinkgoldrath einer vielpaltigen Säule in das in einer Schale befindliche Quecksilber leitete, und dann mit dem eisernen Draht des Silberpols die Kette derasfale schloß, daß er den Quecksilberspiegel in einiger Entfernung vom Zinkgoldrath berührte; bei jeder Berührung bildete sich eine + Figur in Form eines Sterns von schwarzem Quecksilberoxydul, und wenn er mit dem anderen Pol'draht durch Berührung des Merkursiegels die Kette schloß, während der Zinkgoldrath das Merkcur auf bemerkte Weise mit dem Zinkpol in leitender Verbindung erhielt, so kam die Figur des - K, in Form von Ringen und wunden Flecken; a. a. D. Bem. 6. Kr."

§. 1379. „Ritter bemerkte, daß die Schläge einer Säule stärker ausfallen, wenn man den Sauerstoffpol mit

einer mit 2-4 armirten feuchten Hand, und den entgegen-  
geſetzten Pol mit einer mit Silber oder Platin armir-  
ten feuchten Hand ſchließt, als wenn man umgekehrt ver-  
fährt. In dieſer Reihenfolge findet auch beim Zu-  
ſammenſchließen der Gegenſätze Statt, ſo wohl hiñſichtlich des Ge-  
fühls, als auch hiñſichtlich des Veränders, welches er  
im Thiere erſchidet, wenn man mit dem einen oder andern  
Pole ſtreicht. (Beſondere Verſuche fordern viel Wieder-  
holung.) Einem ähnlichen Verſuch beobachtete er auch Einwirkung  
der blauen und röthlichen Erde, ſowohl beim abwechseln-  
den Schließen mit dem einen oder dem anderen Pol, als  
auch beim Wechſel zwiſchen Schließen und Öffnen der Ketten,  
wenn man das Zuge (oder vielmehr in ſeiner Nähe befin-  
dliche Geſchickſchule) mit in den galvaniſchen Kreis zieht.  
Wie ähnliche Gegenſätze auch dem Geruch und Geſchmack  
ſich verrathen, lehrte ſchon die einfache Kette. No 2.  
Dem. 1. und 13. Kr."

§ 1380. „Zu dem früher ſchon bemerkten Um-  
ſtande des Eindrucks, den die Entladung einer Leidner Fla-  
ſche und die einer galvaniſchen Batterie auf den entlaſteten  
Menſchen hervorbringen (§ 1319) ſtellen wir hier noch zu-  
zu, daß die Elektrizität der trocknen Pole des großen gae-  
maniſchen Apparats, den die Pariſer Papiſter benutzten, (ſie  
bere's Ann. D. XXXII. S. 51 u. V. XXXVIII. S. 154)  
kaum eine Reihe von 4 bis 5 Perſonen durchdrang, wäh-  
rend ſelbſt der Schlag einer mäßig großen Leidner Flaſche  
eine beliebig lange Reihe von Perſonen, ohne merkliche Ab-  
minderung der Erſchütterungsſtärke durchyuckte. Kr."

§ 1381. „Noch hat man die Wirkung der galvani-  
ſchen Säule nicht ſo weit geſtärkt, daß man größere Thiere  
damit zu tödten vermöchte hätte, was doch ſchon mit nicht  
ſehr großen elektriſchen Batterien gelingt. Auch ſind die  
Schläge der Leidner Flaſche für die meinten kleineren Thiere  
plötzlich und ohne Andauer beſtig erſchütternd, während  
ſtarke galvan. Säulen andauerndes krampfhaftes Zucken zu



Wege bringen; und es diß wird die Wirkung der Leuchtende Glühde auf die in ihren Entladungskreis gezogenen lebenden Wesen und Thiere mittelst der durch Zwischenlagerung von Feuchtheit (zwischen Zink und Zink), die der galvan. Säule hinzugegen durch gewisse Mittel erfolgt.

St."

§. 1382. „Es frage sich, ob die Elektricität wirklich dieselbe bleibt, wenn sie der Anziehungsäußerung irgend einer Körper anhaltend ausgesetzt wird, und ob sie sich nicht etwas von der Materie solcher Körper zur Verflüchtigung bringt? Vielleicht verhält sich die Elektricität der galvanischen Kette und Säule zur gewöhnlichen, wie die geleitete Wärme zur strahlenden?

St."

### Die sogenannten trockenen Säulen.

§. 1383. „Bald nach Erfindung der Volta'schen Säule setzte Marcard eine Säule aus Zink, Kupfer und Makulaturpapier zusammen, welche am Elektrometer elektrische Spannung zeigte, baute Volta's eine aus heterogenen Metallen und trockenen Zusätzen (welche dadurch hervorgebracht wurden, daß man zwischen je zwei Metallplattenpaaren ein geblasenes Glasstück legte), deren Wirksamkeit bey feuchter atmosphärischer Luft ab-, und bey trockener Luft zunahm, und errichtete Volta's Säulen aus Zink, Kupfer und heißem Feuerstein (oder statt des letzteren: Goldpapier; und erhielt, als er dazu mit Salzwasser getränktes und wieder getrocknetes Goldpapier anwandte, eine Säule von der Wirkbarkeit einer eben so vielen, mit Wasser haltenden feuchten Zellen gebauten. Auch Zamboni und Desormes stellten Säulen dar, in denen die Stelle des Wassers durch Leder, Wachs, Papier, und dergleichen, in welchen sie durch geschnittenen Salpeter vertreten wurde (im Experimentalmusil N. II §. 121. Bem. 4.) und Volta's setzte mit Hilfe zweier seiner erwähnten Säulen ein (aus einem beweglichen Goldklättchen bestehendes)

sogen. *Perpetuum mobile* dar. Gilbert's Ann. V. XV. 5. Stück.

§. 1383. „Um, gleich den vorher genannten Versuchern, die Depression der Metallplatten in der gemischten Volta'schen Säule zu verhüten, und so der Wertsamkeit derselben längere Dauer zu geben, brachten zuerst de Luc in England und Zamboni in Italien Säulen von der gemischten Art dadurch zu Stande, locirter, analogisch verknüpftes Esstisch und goldfarb. Goldblattpapier, viersach übereinander schichtete, letzteres indem er zu gleichem Zwecke ungeleimtes Silberpapier auf der Rückseite mit Honig oder Baumöl überstrich, darauf gepulvertes schwarzes Wergapapier puzerte, mehrere lange Streifen daraus schnitt, diese über einander schichtete, gegen 2000 dergleichen Streifen in eine Glasröhre füllte, füllte, zwei dergleichen Säulen so auf einem Brett nebeneinander stellte, daß ihre ungleichnamigen Pole oben gegen 4 Zoll von einander abstanden, und zwischen beiden ein leichtes bewegliches Pendel schwebend hing. Man nannte die Vorrichtung die trockne oder Zamboni'sche Säule.“

„Die letztere Säule wurde 1814 bekannt; aber schon im August 1811 fand ich eine ähnliche Vorrichtung auf 1500 Schickaschen bestehend, die als Glasröhren einwärts liefen, oben mit den 21. Schickaschen Tolen verbunden waren, und waren zwischen den ungleichen Tolen ein durch die das Pendel bestehende durchdringende Röhre, die man ausgesetzt als trockne Glockenstiel als ein Perpetuum mobile bei einem Anstalt in London dem damalsigen Hauswart von Dr. Faraday, der erfinder der trocknen Säule nachgebend, die die Säule vorher Dr. Wilson späterhin den Dr. Faraday von Danks wegen entzünden, die durch ihn vom besten Lande mit nach England gebrachte mit einem Pendel verbundene Zamboni'sche Säule verwechselte, bemerke ich, daß dergleichen hier (in London) bereits noch zu sehen und hören zu können sey. Ich führte ihn darauf, begleitet von mehreren Philosophen zu dem berühmten Mechanikus und Ingenieur ihm und antwortete auf der Stelle von der Nützlichkeit einer Vorrichtung. Ray de Luc in Wien fand ich ähnliche Pendel, die von ihm im gewöhnlichen Kupferstiel. In Deutschland verlor sich Ramis in München, Bürgersinger in Lübeck und Ringe in Berlin nicht zu die trockne Zamboni'sche, oder wie sie da hieß, nannte die elektrische Säule oder das Luft-Elektroskop, was einem Uhrwerke, die es kleinen Abtheilungen als mechanische Kraft beugte; de Luc benutzte seine Säule zu meteorologischen Beobach-

lungen: indef scheinen sie doch wenig geeignet, so fast nur Wärme und Licht daraus hervorgehen.

§. 1365. „Leibnizianus Jäger in Stuttgart änderte die Zamboni'sche Säule bald nach deren Bekanntwerden dahin ab, daß er Scheiben aus zusammengeleimtem unächtem Gold- und Silberpapier mit ihren metallisch ungleichen Seiten sich berührend, zu Säulen aufschichtete. Jäger schlug gewaltigen Zink und achtes Silberpapier zur Construction derselben vor, und Zamboni verbesserte seinen ursprünglichen Apparat dadurch beträchtlich, daß er feines Silberpapier auf der nicht metallenen Rückseite mit einer mäßig starken wässrigen Lösung von schwefelsaurem Zink besprengte, hierauf an der Sonne trocknet, Manganoxyd darauf rubert, dasselbe einreibt, und dann daraus die Säule baut, bevor sie gänzlich ausgetrocknet ist. In Glasröhren eingeschlossen, gießt er die Zwischenräume mit Wasser und Terpentin aus (die von Alaiini nach London gebrachte Säule war ebenfalls innerhalb des Glases mit pariser Esstang umgeben) und schützt sie so zugleich gegen Änderungen von Feuchtigkeit und gegen den Verlust des kleinen Restes verdrückter Feuchte. Vollkommene Trocknung verwandelt das Papier der Säule in einen Isolator, und hebt dadurch ihre Wirkung auf.

§. 1385. „Eine trockne Säule von letzt erwähnter Zusammensetzung giebt selbst am Tage (kleine, sichtbare Funken, und eine aus 2000 Doppelscheiben von unächtem Gold und unächtem Silberpapier nach Jäger's Verfahren erbaute Säule (von nur 3 pariser Linien Durchmesser), welche sich in einer von außen und von innen mit geschmolzenen Siegelwax überzogenen Glasröhre befand, und darin durch zwei Korke stopfen, durch welche Drähte giengen geschlossen war, gab in v. Bohnenberger's Versuchen (Tübinger Blätter für Naturwissenschaft und Arzneikunde. B. II. 1 St. S. 27 ff.) an beiden Polen gleich große Mengen von Elektricitäten, gewann, bei ableitender Berührung des einen Pols, am andern Pol das Doppelte an Elektricität,

und zeigte, als sie mit mehreren dergleichen Säulen in Verbindung wurde, daß die elektrische Spannung dabei proportional sey der Anzahl ihrer Platten. (Singer erhielt ebenfalls mit einer aus zwanzigtausend Scheiben waren — Silber, Zink und Schwefelpapier — starke Zuckerschmelze am Elektrometer und Funken, aber keine chemischen Wirkungen.

§. 1387. „Fernerer Versuche zeigten v. Bohnenberger, daß die elektrische Spannung zunächst nur von der Zahl, nicht von der Größe der Elektrodenpaare abhängt, daß sich aber sehr beträchtliche Unterschiede in den Leistungen, welche trockne Säulen, aus Scheiben von verschiedener Größe bestehend, brauchen, um dem Elektrometer die volle Spannung, welche sie hervorzubringen fähig sind mitzutheilen; a. a. O. Kr.“

§. 1388. „Derselbe Beobachter fand, daß die trocknen Säulen einer Leidner Glasbe den höchsten Grad der Erregung nur nach und nach mit abnehmender Geschwindigkeit mittheilen, während dieses der nasse Leiter entsetzenden gewöhnlichen Volta'schen Säulen augenblicklich erfolgt; a. a. O. Singer lud mit seiner großen Säule eine Glasbe von 50 Quecksilber Zoll Fülligkeit binnen 10 Minuten, und durchschleifte mit dem Finken dieser Glasbe dieses Zuckerschmelze, aber keine Karte. Kr.“

§. 1389. „Hieraus schon sich zu erklären, warum bei früheren Versuchen mit trocknen Säulen die chemischen Wirkungen ausblieben; denn indem § B. die die Kette schließenden zu je ersten feuchten Leiter, die Elektricität der Pole schneller abführten, als sie ihnen aus der trocknen Säule zugeführt werden konnte, mußte jene Zersetzung der beiden Elektricitäten in dem schließenden nassen Vogen unmöglich werden, welche die chemische Zersetzung bedingt. Kr.“

§. 1390. v. Bohnenberger prüfte diese Folgerung mittelst einer trocknen Säule, aus 96 gut getrockneten Glä-

Silberpapier Scheibenpaaren von 36 Quadratzoll Fläche, indem er ihre Pole nur in Glasröhren eingeklemmten Platindröhen verband, die mit einem Wasserzettel in wasserparade in Verbindung standen. Es zeigten sich sogleich Wasserentstehungen an den Enden der Platindröhen, aber nur allmählig wurden die Pläschen engebunden. Nach Verlauf von 8 Tagen gab die Säule noch Gas, ehe daß sie (wie das Auseinandernehmen zeigte) im Innern Erplosion erlitten hatte. Eine verglichene Säule von 1200 Scheibenpaaren gab einen ununterbrochenen Gasstrom, und ähnelte Hefelintermissionen, wie eine nasse (in 2 kräftigen Zuckerrüben gehaute) Säule von etwa 100 zweijährigen Zink-Kupferstücken, und lud die Leidner Flasche fast eben so schnell, wie diese. — Oben nach verband drei Säulen, jede zu 3000 Scheiben, zu Einer, und erhielt eben so falls Funken und chemische Wirkungen. Auch Jäger erhielt die chemische Wirkung bestätigende Ergebnisse: Gilbert's Ann. V. XXI. S. 187 und 197. Kr."

§. 1391. „Des erwähnten Beobachters fernere Versuche zeigten, daß bei der trocknen Säule einige, eisdon geringe Feuchtigkeit notwendig sey (was auch Parrot's Beobachtungen bestätigen; Gilbert's Annalen. V. LV. S. 165 157), daß Säulen mit harzigen Zwischenkörpern sich um so geschwinder laden, je mehr sie erwärmt werden (jedoch ohne die Siedehitze zu erreichen) und daß sie diese Eigenschaften behalten, wenn auch durch anhaltende Erhitzung die Feuchtigkeit so viel als möglich entleert ist, und durch einen harzigen Ueberzug der Zutritt neuer Feuchtigkeit verhindert wird. Kr."

§. 1392. „Sind die Säulen in Glasröhren eingeschlossen, so wird man zuweilen Abweichungen von obigen Erfahrungen bemerken, weil (vermöge am Glase hängen bleibender Elektricität und angezogener Feuchtigkeit) die Erscheinungen mehr verwickelt sind. Säulen, deren Scheiben bloß durch (sie in Richtung ihrer Achse durchbohrende) geöf-

niste Seidenfäden verbunden waren, sorgten v. B. bei jeder Witterung und zu jeder Tageszeit, nahe oder fern von Wien, stets dasselbe Divergenz des Elektrometers. Hr.

§. 1393. Hoffmann's und Klingert's Säule (Gilbert's Ann. B. LIII. S. 337 und Müller benedictus a. O. S. 492.) wirken (im Frühling 1818) bereits seit drei Jahren mit derselben Stärke, wie zur Zeit ihrer Erfindung. Jahreswechsel, Gewitter etc. haben gar keinen Einfluß darauf gezeigt (Schübler's Säule zeigte wieder Stärke auf dem Comer des Montblanc, wie bei vier hundert Fuß unter der Erde) nur Vermehrung der Feuchtigkeits in der Luft macht den Gang des Pendels etwas langsamer, wahrscheinlich weil eine feuchte Luft die beiden Pole der Säule nicht so gut isolirt, als eine trockne. Hoffmann's Pendel ist so gestellt, daß es in einer Minute 15 Schwingungen macht; bei sehr trockner Witterung macht es deren 15½, bei sehr feuchter 13½. Der Punkt, an dem das Pendel beim Anschlagen an die messingenen Kugeln der einen und an die Glocken der andern giebt, zeigt eine Verschiedenheit. Hingegen zeigt die positive Kugel bei Hoffmann's Säule da, wo das Pendel anschlägt, einen angelautenen Klang, und die positive Glocke im Klingert'schen Apparat ist durchaus angelauten und schwach ordnet. — Auch Schimmering beobachtete Luft zerlegende Wirkungen der Säule und Schübler: Lichtenberg'sche Staubfiguren; Schwiggers Journ. B. VII. S. 111. 493. Hr.

§. 1394. Der Hauptunterschied nasser und trockner Säulen scheint hiernach vorzüglich in der verschiedenen Wirkung des dritten Gliedes (des das — z. der einen und des + der andern metallenen Gegenscheibe zweier Scheibensatz zu fangenden Leiters zweiter Klasse), demnachst aber auch in der Vermehrung der Elektricität durch die erzeugte Kraft, welche die Feuchtigkeiten als solche (gegen zwei sie entgegengesetzten Seiten her berührende Leiter erster Klasse)



ausüben, begründet zu seyn. Hiefür sprechen unter andern auch die Erscheinungen von Volta's sekundärer Säule) (Ritter's Ladungsmaße; §. 1377.) und von Zamboni's sogen. zweyelementigen Säulen. Kr."

§. 1395. „Diese sogen. zweyelementigen Säulen erhielt Zamboni, als er Säulen nur aus abwechselnd einem Metalle (z. B. Silberblättchen, Zinkblättchen u.) und einer feuchten wasserhaltigen Schicht erbaute; offenbar entstehen hier aber sekundäre Säulen aus zwei feuchten und einem starren Leiter, indem das Wasser sich mittelst seines Trägers in ungleiche Schichten sondert. Nicht stärkere Säulen würde man wahrscheinlich ebenfalls erhalten, wenn man Schwefelsäure, Metall und Feuchtheit sich setzte. Alle diese und ähnliche Säulen würden zwar ihre erzeugte Elektrizität schneller entlassen, als die trockne, dagegen aber auch geringere Mengen zu erzeugen vermögen, und nicht hinsichtlich der Wirkung zu vergleichen seyn den Volta'schen primären Säulen aus zwei Leitern erster, und einem guten Leiter zweiter Klasse, welche ihre elektrische Spannung in unmerkbar kurzer Zeit wieder herstellen, und daher in jedem Zustande schon mit ihrer ganzen Entladungskraft wirken; Pfaff in Gilbert's Ann. B. LII. S. 108. Kr."

„Pfaff fand übrigens, daß sich keine Verschiedenheit der elektrischen Spannung der trocknen gewöhnlichen Zambonischen Säule zeige, wenn die Dicke der isolirten Zambonischen Säule, und nicht die Länge der Säule von einer bloßen Condensationswelle lang in der trocknen Säule entgegen; vgl. Gilbert's Ann. B. LII. S. 11 und 110. Kr."

§. 1396. Nach Ritter's Berechnungen müßten sich Volta'sche primäre Säulen (oder Trogapparate) bauen lassen, welche hinsichtlich ihrer Wirkungsstärke den Blitz des Gewitters weit hinter sich zurücklassen, deren Funken lange und dicke Eisenstangen schmölzen, und die eine Schlagweite hätten, welche hinreichte, die Kette durch den eigenen Funken zu schließen. Gehlen's Journ. B. VII S. 342 bis 364. Kr."



§. 1397. Samborn's zweielementige Säulen erinnern sich noch an Rutter's „magnetische Säulen“, die er erhielt, als er einzelne Magnete abwechselnd mit Eisener unterbrach, und die von den Polen dieser Säule gemessenen Elektricitäten am Elektrometer merkbar machte. Vergleiche Intelligenzbl. der Jen. Allg. Litt. Zeit. v. 5. Jh. 1806. Nr.

Einige Bemerkungen über die Natur und Zusammenhänge der elektrischen Materie (Vom Verfasser)

§. 1398. Ungeachtet der überaus großen Anzahl elektrischer Versuche, die bis jetzt angestellt worden sind, hat man daraus noch wenig Folgerungen über die Natur und das eigentliche Wesen des elektrischen Fluidums gezogen. Vielleicht hat man sich bei der Erklärung einiger Schwierigkeiten gemacht, als wirklich da sind, indem es das Zufällige von dem Wesentlichen nicht gehörig absonderte; vielleicht ist die vorgefaßte Meinung der Dualität der Hypothese von zwei spezifisch verschiedenen elektrischen Materien selbst eine nicht zu überwindende Schwierigkeit in der Erklärung der Natur und Zusammenhang des elektrischen Fluidums gewesen. Ich wage es hier, meine Gedanken über diesen Gegenstand vorzulegen. Ist meine Erklärung auch nur hypothetisch, so hat sie vielleicht doch das Verdienstliche, neue Untersuchungen zu veranlassen, die uns auf einem andern Wege die Wahrheit finden lassen. Diese Behauptungen enthalten indessen wenigstens nichts, was nicht sinnliche Thatsachen lehren, und was nicht auf Beobachtung gegründet wäre. Auch verdienen sie vielleicht durch einige Rücksicht, daß sie die elektrische Materie auf sehr allgemeinen Erscheinungen der Natur in Causalzusammenhang setzen. Ich lege daher die Franklin'sche Hypothese zum Grunde, schreibe aber erst noch einige allgemeine Eigenschaften

sachen voraus, 'auf die ich baue. Ich brauche mich nur kurz zu fassen, da die weitere Anwendung sich leicht machen läßt.

Man vergl. mit meiner Theorie die von de Luc, in seinen neuen Ideen über die Meteorologie, 2b. I. S. 16 u. fl.; und die von Goursin's Abhandlung von der Natur des elektrischen Staates, übersetzt von J. G. Crüster. Dresden 1793. 8.)

§. 1399. Da die positiv-electrisirten Körper nicht schwerer, die negativ-electrisirten nicht leichter sind, als in ihrem elektrisirten Zustande, auch bei Untersuchungen mit den feinsten Waagen: so folgt, daß die elektrische Materie eine inponderable Substanz seyn müsse, in deren Zusammensetzung kein wägbarer Stoff eingeht.

§. 1400. Die elektrische Materie wird nur frey, wirksam und thätig in und auf Nichtleitern. Das elektrische Anziehen oder Abstoßen, was ein elektrisirter Leiter zeigt, zeigt er nur vermöge der elektrischen Attraction d. i., der in der Luft, als einem Nichtleiter, thätigen elektrischen Materie. Wäre die Luft ein Leiter, so würden wir ja nichts von elektrischen Erscheinungen wissen. Das elektrische Licht zeigt sich nur bei dem Uebergange oder Eintritt aus einem oder in einen Leiter durch einen Nichtleiter. Da die Torricell'sche Leere natürlicher Weise kein Leiter ist, so wenig als ein Nichtleiter: so muß auch die elektrische Materie darin am freiesten werden, und das stärkste Licht zeigen. Bei dem Uebergange des verstärkten elektrischen Funkens durch einen dünnen Draht, der davon glühend und geschmolzen wird, wird das elektrische Fluidum nur in so fern frey, als die wenige Masse die ganze Menge des strömenden elektrischen Fluidums nicht auf einmal fassen kann. In den Leitern, ohne Verbindung mit Nichtleitern, wird also die elektrische Materie nie so frey, daß sie sich unsern Sinnen bemerkbar zeige. Es folgt hieraus, daß die Nichtleiter weit weniger Anziehungskraft zur elektrischen Materie haben müssen, als die Leiter.

§. 1401. Die thöngte elektrische Materie zeigt sich als ein expansibles Fluidum, dessen Theile überwiegende Repulsionskräfte besitzen, welche nur durch Anziehung anderer Materien dazwischen ins Gleichgewicht und so zur Anziehung gebracht werden kann.

§. 1402. Die Anziehung der elektrischen Materie auf einem Leiter geschieht nicht durch chemische Verbindung damit, sondern nur durch Adhäsion. Der Beweis dafür ist: daß die elektrischen Leiter nur auf der Oberfläche, nicht im Innern, elektrisirt sind, und daß die Vertheilung der Elektricität unter isolirte Leiter sich nicht nach ihren Massen, sondern nach ihren Oberflächen richtet.

§. 1403. Die aus den Leitern bey dem Ueberrumpeln durch Nichtleiter, wegen mangelnder Anziehung der Luft dazwischen, ganz freywerdende elektrische Materie zeigt sich als Licht, bey dem wir an sich keine Verschiedenheit bey dem Lichte wahrnehmen, das durchs Verbrennen verschiedener Substanzen und auf andere Weise entsteht. So wie unser Gesichtorgan dieses Licht empfindet, so empfindet es nach derselben Weise, wie alles Licht, eine bestimmte Intensität quasi: quantum besitzen. Daher zeigt es sich nach den Tönen, bey dem Ausströmen aus leitenden Körpern, als bey dem Einströmen in dieselben. Wegen der unvollkommen nicht-leitenden Eigenschaft der Luft und anderer Nichtleiter wird indessen nicht alles durch sie durchdringende oder vertheilende elektrische Fluidum frey und zum Viderz; und dagegen kann durch Tönen Wiederholung der Elektricität entstehen.

§. 1404. Ich mache aus allen diesen Thatsachen den Schluß, daß die elektrische Materie nichts anderes ist, als Lichtmaterie, oder die Zusammenfassung aus der ethereischen Basis des Lichts und dem Wärmestoffe, daher ganzen Zusammenfassung nach durch Adhäsion mit andern Materien latent gemachte, doch nicht chemisch gebunden ist. Ihr Bestreben, sich ins Gleichgewicht zu setzen,

hängt nicht allein von der Repulsionskraft ihrer Theile unter einander, sondern auch von der Anziehungskraft anderer Körper davon ab. Sie zeigt dieses Bestreben und wird erhöht, wenn sie auf einem Körper über seinen Sättigungsgrad angehäuft werden ist. Durch noch stärkere Anhäufung, bey nicht genugthamer Anziehung anderer Stoffe, aus die Nicht-leiter sind, kann sie endlich ganz fern werden, wo sie sich dann als Licht offenbart und als solches zerstreuet. Die Anhäufung der elektrischen Materie auf isolirten Leitern würde andern durch die Anziehung derselben dagegen allein nicht geschehen können; oder diese würde nicht hinreichend seyn, der Repulsionskraft ihrer Theile unter einander hinlänglich das Gleichgewicht zu halten; so daß sie sich als Licht entwickeln und entweichen müßte, wenn nicht die Repulsionskraft der elektrischen Atmosphäre die Anziehungskraft des Leiters dagegen unterstützte. Die Erscheinungen des elektrischen Lichts im Vacuum beweisen dieß. Die Wirkungen der Explosion sind Folgen des plötzlich freywerdenden Lichts oder Feuers, als expansiven Fluidums.

§. 1405. Es erhellet aus dem Gesagten, daß das freye Licht nicht mehr die elektrische Materie ist, -daß aber auch der Stoff des Lichts allein sie nicht ausmacht, sondern daß das andern Körpern abhärrende Licht nur diesen Namen führen kann.

§. 1406. Da die Lichtmaterie aus ihrer eigenthümlichen Basis (Brennstoff) und dem Wärmestoff zusammengesetzt ist, so muß die elektrische Materie es auch seyn. Das Daseyn des Wärmestoffs in der elektrischen Materie, durch den sie eben ein expansibles Fluidum ist, folgt also schon hieraus; van Marum hat aber den Wärmestoff als Bestandtheil der elektrischen Materie auch direct erwiesen. Das Schmelzen der Träpfe durch den verstärkten elektrischen Funken gehört auch zu diesen Beweisen.

Verliet zur Erläuterung, daß in dem elektrischen Fluidum Wärmestoff zugegen ist, von van Marum; im neuen Journ. der Physik, S. 111. G. 1. 2.

§ 1407. Der Wärmestoff allein macht aber nicht das elektrische Fluidum aus; dagegen spricht der Augenschein. Das Daseyn der eigenthümlichen Basis des Lichts in der elektrischen Materie folgt nicht nur aus dem Lichte selbst, sondern auch aus andern Versuchen, wie z. B. aus der Zersetzung des Wassers durch den elektrischen Funken, die Wärmestoff, wenn er Hydrogengas bilden soll, nothwendig die Basis des Lichts enthalten muß, die er hierbey nirgend anders woher, als aus dem elektrischen Fluidum empfangen kann.

§ 1408. Die Affektirung des Geruchsinnes durch elektrische Luft, des Geschmackes durch den elektrischen Saft der die Nerven der Zunge reizt, beweiset nicht das Daseyn eines Aether, einer Säure, u. dergl., in der elektrischen Materie; beweiset nur, daß unsere Nerven durch Erregung der elektrischen Materie gereizt werden.

§ 1409. Es folgt aus meiner Hypothese: daß die elektrische Materie in den Körpern zusammengesetzt und zerlegt werden kann. Die ursprüngliche Erregung der Natur wirkt bey so mannigfaltigen Processen des Schmelzens, Verbrennens, Verdampfens, der Gas- und Dampfbildung, der Gas- und Dampferzeugung, ließe sich damit erklären. Bey dem Reiben ist es ohne Zweifel der durch entwickelte Wärmestoff, welcher der durch Anziehung der Körper unthätig gemachten und ins Gleichgewichte gehalten elektrischen Materie die nöthige Expansivkraft ertheilt, wodurch auch sich mit der in den Körpern befindlichen Basis erst zur elektrischen Materie vereinigt. Die verschiedenen Farben, welche das elektrische Licht bey seinen verschiedenen Stufen aus verschiedenen Vektoren zeigt, beweisen die Verschiedenheit in dem quantitativen Verhältnisse seiner Theile, die aus der ungleichen Anziehung der Körper des Wärmestoffe entspringt. Die Hauptquelle für die elektrische Materie unseres Erdballes ist das Sonnenlicht, das er

also in dieser Hinsicht wiederum zu etwas mehr, als Tag zu machen, dienen sehen, und das wir so als den Grund vieler andern sehr großen und wirksamen Kraftäußerungen in der Natur zu betrachten veranlaßt werden.

„Hinsichtlich der Bestimmungen der elektrischen Erscheinungen nach verschiedenen Hypothesen verweisen wir noch auf folgende Schriften:  
Gehler's und Juchacz's phys. Wörterbücher, Art. Electricität und Galvanismus

B. Franklin's Briefe von der Electricität, mit. Anm. von J. B. Wille. Leipzig 1753. 8.

v. Klencke's Versuch einer Theorie der electr. Flüss. Halle 1799. 8.

J. A. Leydmann: Theorie der Electricität Wien 1799. 8. I – II.

Huber's Darstellung der Theorie der Electr. und des Magnetismus; a. d. Franz. von J. Muthard. Altona 1801. 8.

J. W. Ritter: Das electrische Fluid. der Körper. Leipzig 1805. 8.

Van Monse Grundr. der Electricitätslehre; a. d. Franz. von Wurzer. Marburg 1812. 8.

Bersted's Ansichten der chem. Naturgesetze 16. Berlin 1812. 8.

Singers Elemente 16. 1. a. d. Ital. mit Anmerk. von Möller. Breslau 1819. 8.

Kästner's Einleitung in die neuere Chemie. Halle 1819. 8. Kr.<sup>11</sup>

### Künftiges Hauptstück.

## Magnetismus und magnetische Polarität.

### §. 1310.

Ein besonderes Eisenst. , das unter dem Namen des Magnets (Magnetes), des magnetischen Eisensteines, bekannt ist, hat vorzüglich die Eigenschaft, das Eisen an sich zu ziehen und mit ziemlicher Kraft an sich zu halten; Spuren dieses Vermögens zeigt außerdem fast alles der Erde entnommene, nicht zu sehr oxydirte Eisen. Kr.<sup>12</sup> Die Wirkung



dieser Anziehung, „der Magnetismus (oder Metallmagnetismus,)“ äußert sich schon in der Entfernung, wenn das Eisen leicht und hinreichend genau ist, so bewirkt sich in der Nähe des Magnets gegen denselben zu, und umgekehrt der Magnet gegen das Eisen, wenn er Zugkraft genug hat.

Verfuche: Zu einem reben Magnet bläst sich Eisenst. an.

Eine Nadel, die an einem Faden hängt, wird in der Entfernung nach dem Magnet gezogen.

Erste: 1. Das auf Quecksilber oder auf einem Teller auf Eisen schwimmt, bewegt sich schon in der Entfernung dem einen Magnet.

Ein Magnet, der auf einem Teller auf Wasser oder auf Quecksilber schwimmt, wird schon in der Entfernung von Eisen gezogen.

Im Jahr 1306 hat sich: Bismuthenerd (Bismuth) mit Eisen in dem natürlichen Magnete nicht, aber in dem Schwefel auch nicht. Bismuth, in der Mischung fand, in der Frage 5. l. E. 171. Jahr.

§. 1411. Der Magnet, der sich frey genug bewegen kann, bleibt nicht in jeder Lage, die man ihm giebt, sondern wendet sich ohne Mühe mit einem Ende gegen Norden und mit dem entgegengesetzten nach Süden zu, und man nennt man seine Pole. An diesen sich einander entgegengesetzten Enden hängt sich auch das Eisen, in der größten Menge an den Magnet an, und kleine Stücke Eisendraht stellen sich hier senkrecht auf dem Magnete.

Der natürliche Magnet (braunlich-vorher Magnetstein) findet sich am häufigsten im nördlichen Europa und Asien.

Verfuche: Ein Magnet, der an seinem Ende durch einen Faden aufgehängt ist, bricht sich mit einer Seite nach Norden, und der andere nach Süden.

Eben dasselbe geschieht, wenn er auf Quecksilber schwimmt.

An diesen entgegengesetzten Enden hängt sich das Eisen, in der größten Menge an, und stellen sich Eisenstücke senkrecht auf dem Magnete.

§. 1412. Diese sich einander entgegengesetzten Pole des Magnets nennt man die Pole desselben, und zwar wegen ihrer Richtung den einen den Nordpol (Poleus borealis), den andern den Südpol (Poleus australis). Es giebt auch Magnete mit drey und mehreren Polen, welche



zusammengesetzte oder anomalistische Magnete genannt werden, und aus mehreren verwachsenen Magneten zu bestehen scheinen.

§ 1413. Die Richtung des Magnets oder die Lage seiner Achse, d. h., der geraden Linie, die man von einem Pole desselben zum andern ziehen kann, kommt nur ohngefähr mit der Magnetlinie überein, und läßt sich am besten durch die künstliche Magnetsnadel (*Acus magnetica*, *Versorium*) zeigen, von deren Einrichtung weiterhin geredet wird.

§ 1414. Der Magnet zieht das Eisen am stärksten, wenn es im vollkommensten regulinischen Zustande ist. Die Anziehung desselben wird dagegen schwächer, wenn das Eisen vererzt, oder in Säuren aufgelöst, oder mit andern Metallen, besonders mit Arsenik, verbunden wird; doch ist sie unter den gehörigen Umständen, nach Brugmans, allerdings auch dann noch bemerkbar.

*Verfuch:* Einige Tropfen flüchtiger Eisenoxydhydrat auf einem auf dem Wasser schwimmenden Papiere werden vom Magnete angezogen.

„Die Metalle, welche durch Zersetzung zum Eisen in Magnetismus übergehen, sind bei andern Metallen zu unterscheiden, weil sie gemäß ihres magnetischen Werthes 1 bis 1000 Eisen mit 1000 Schwefel oder das magnetische Schwefelwasserstoff, 5000 Eisen mit 4000 Schwefel das unmagnetische Schwefelwasserstoff sind. Die die Wärme des Magnetismus fließt, und die edlere und unedlere Metalle in der Eisen mit Schwefel abtrennen, zeigt sich 1817. Vergl. Hallsche Abh. Lit. Zeit 1818. 75–76. Nr.“

§ 1415. Wie wir ja jetzt gewiß, daß das Eisen nicht das einzige Metall ist, welches von Magnete angezogen wird. Das Kobalt und das Nickel sind nicht nur fähig, vom Magnete gezogen zu werden, sondern vermögen auch selbst als Magnetismus zu wirken, und wirklich hat man jetzt auch schon Magnetsnadeln von reinem Kobalte.

*Verfuch:* Daß das Eisen nicht das einzige Metall sei, welches der Natur in sich den Magnetismus anhebt, hat man auch durch andere Versuche nach dem Metall des elementen Nickel, Nickel und Nickel, von J. W. Kobl; in Gell'schen chemischen Versuchen, Ab. VII. S. 39 ff. Koblacher's Zusage und Anmerkungen

zu Macquer's chemischem Wörterbuche, B. II. Leipzig 1792. S. 200.

„Auch Nickelmetall besitzt viele Eigenschaften, und zwar desto mehr, je reiner es ist. Man sehe: Francforter Zellen, von Friedländer und Pfaff, 1803. St. 5. S. 34 u. 1.

„Durch die Güte meines verehrten Freundes, des Verleihen-  
geraths habe ich, bei ich im Besitze einer sehr schönen Wägen-  
aus Eisen, und das von Lampadius entdeckte Wägen-  
den an sich magnetisch zu seyn.“

§. 1416. Noch auffallender ist die Entdeckung in  
Magnetismus in einer bloßen Steinart, dergleichen von  
Humboldt gemacht hat. Er fand in dem Oberpfälzischen  
und angrenzenden Gebirge eine Gebirgsgruppe von Serpentin-  
stein, die einen sehr starken Magnetismus zeigte. Sie  
besteht aus reinem Serpentinstein, misst von leuchtender  
Farbe, der hier und da in Chloritstein übergeht. Die  
Gruppe ist dergestalt gegen die Erdoberfläche gerichtet, daß die  
Oberseite am nördlichen Abhange bloß Südpole, am südlichen  
Abhange bloß Nordpole zeigt. Das Gebirge hat nicht  
eine Achse, sondern viele, die aber in einerlei Ebene liegen.  
Zwischen zwei wirksamen Nordpolen liegt völlig unmagnetisch  
ein Gestein, welches aber weder durch seine äußere Erscheinung,  
noch durch seine Mischung, von dem wirksamen zu  
unterscheiden ist. Jedes noch so klein abgeschlagene Stück  
des letztern zeigt den Magnetismus und hat seine Polarität.  
Was aber einen sehr wesentlichen Umstand dabei ausmacht,  
und zugleich beweiset, daß der Magnetismus des Gesteins  
nicht von dem eingesprengtem Magnetstein herkommt,  
ist das: daß diese Steinart, so lebhaft auch ihre Polarität,  
und so stark ihre Anziehung zum Magnete ist, keine  
Spur von Anziehung gegen unmagnetisches Eisen zeigt,  
woraus denn auch folgen würde, daß sie dem Eisen nicht  
den Magnetismus mittheilen könne. Denn es ergiebt sich  
aus dem Folgenden, daß der Magnet das Eisen nur in so  
fern anzieht, als er ihm den Magnetismus erteilt. Das  
eigenthümliche Gewicht dieser Steinart geht von 1,901 bis  
2,04, und ist also gering.

Ueber die merkwürdige magnetische Polarität einer Gabelstange von Serpentinum, von J. Humboldt; im neuen Journ. der Physik, B. VI. S. 136 ff.

„Dennoch scheint Magnetismus das Bedingende der Magnetisirung zu seyn, wie auch die Ursache des Sinkens und der Erhebung der Erde, wie J. Jordan und J. Neumann in Gilbert's Ann. B. V. S. 326. B. XII. S. 251.  
S.“

In der Folge sind von weitem Beobachtern annehmlich bei der gedachten Beobachtung zuverläßig worden. Man findet sie zusammengetragen im neuen verapianischen Journal, I. B. S. 542—563.

„Ein die 5 Fuß langer mit einer eisernen Kugel versehen & von der jetzt eine Kugel der magnetischen Kugel; das P. S. in Gilbert's Journ. B. V. S. 321.  
S.“

§. 1417. Die Kraft des Magnets, das Eisen zu ziehen, wird verstärkt, wenn man die Pole desselben sehr glatt abschleift, und dünne eiserne Platten, die sich unten in einen dickern hervorstehenden Fuß endigen, daran befestigt. Diese angelegten Platten ziehen nun weit mehr, als der Magnet selbst.

§. 1418. Der auf diese Art vorgerichtete Magnet heißt gewässnet oder armirt (armatus), und die Stücke Eisen seine Armaturen oder Panzer. Um die Stärke der Anziehung des Eisens durch Gewichte bequem auszumessen, dient ein eiserner Stab, der mit seiner platten Seite an die Spitze oder künstlichen Pole des Magnets anschließt, und in der Mitte mit einem Haken zum Anhängen der Gewichte versehen ist. Man nennt diesen Stab den Index.

§. 1419. Nach Marsenne vermehrt die Armirung die Kraft des Magnets bis um das 161, 401, ja 320fache, der vorigen Zugkraft. Der große armirte Magnet im Teylerschen Museum zu Harlem wiegt mit der Armatur 307 Pfund und trägt 203 Pfund; Parrot's Physik. B. II. S. 602. (Verhältnißmäßig beträchtlich wirkbarer sind die magnetischen Stäbe des Professor Steinhäuser in Halle; vergl. Voigt's Magaz. B. IX. S. 33 ff. 326 ff. Ritter's Abhandl. B. III. XXXIV.). Gewöhnlich tragen gepanzerte Magnete das 10fache ihres eigenen Gewichtes; aber

man hat sie auch zur Tragung des 20: und 30fachen  
bracht. Kr.

§. 1420. „Coulomb wollte gefunden haben, daß alle gewichtigen Materien nicht nur den Magneten anziehen (was von den meisten Materien bekannt war), sondern ihn nach Art des Eisens isoliren, d. h. selbst magnetisch zu werden vermögen, und die Phänomene der Eisenanziehung gewähren. Indeß zeigten ihm seine späteren Untersuchungen, daß dort, wo er selbstständigen Magnetismus wahrzunehmen glaubte, kleine Beimischungen zu Eisen die magnetischen Erscheinungen bewirkten, wie z. B. dieses z. B. beim feinen Silber durch eine Beimischung von  $\frac{1}{10000}$  Eisen der Fall sey: vergl. Berol. a. a. O. S. 117. Kr.

„Es bedarf auch die Versuche nicht eigenen in so fern, als es zeigt, daß die kleinen Theile, auch wenn sie in einem Magnetischen Eisen beigemengt sind, dessen Magnetismus nicht annehmen, sondern denselben eben mit dem Doppelten seines Gewichtes vergl. d. Ann. 30 p. 1214. 5.

§. 1421. „Zwei mit den ungleich namigen Polens zusammengebrachte Magnete, tragen zusammen so viel, als die Summe der Gewichte beträgt, die sie einzeln getrag haben würden. Kr.

§. 1422. „Unterlegt man das von dem Magneten zu ziehende Eisen mit großen Eisenmassen, z. B. Platten, Eisenplatten, so wird es vom Magneten leichter und in größerer Menge gezogen, als ohne diese Vorrichtung. Kr.

§. 1423. „Auch die Umlagerung des Magneten zu großen Eisenmassen, trübt nach einiger Zeit seine Zusammenhalt. Meinen Beobachtungen zu Folge wird die Stärke eines Magneten augenblicklich merklich geschwächt, wenn derselbe große Eisenmassen berührt, allmählig tritt jedoch die vorige Stärke wieder ein, und fängt nun noch langsamer an zu steigen. Vergl. a. a. O. in der Ann. zu §. 1414. Kr.

§. 1424. „Sticht man mehrere Magnete mit ihren gleichnamigen Polen übereinander, und verbindet sie dann durch Eisen, so erhält man eine sogen. magnetische Batterie. — Knizhe erhielt auf diese Weise eine Magnetverbindung, welche Pole der stärksten Magnetnadeln und selbst des natürlichen Magnets umkehrte. Von ähnlicher Art ist Steinhauers starker Magnet; §. 1419. Kr.“

§. 1425. „Die Wirkungstärke eines Magnets kann auf mannigfache Weise gemessen werden. Gewöhnlich bestimmt man sie mittelst der Traggewichte; indess reicht dieses Verfahren zur Nachweisung kleiner Unterschiede nicht hin. Zweckmäßiger ist in dieser Hinsicht v. Saussure's Magnetometer, aber am empfindlichsten Coulomb's Drehwaage. Kr.“

„Ich habe mich zu akademischem Zwecke eines Bardeenspass. bedient, indem ich die Nadel des oben westlich durch einen Magneten ablenkte, und bei den zu best. magneten fragte, entlockte: ob sie leichter fern von der Nadel deselben Abweichungsmittel erzeugten, oder tiefer andern? oder in welcher anderen Ferne sie den gleichen Winkel hervorbrachten; a. a. O. Kr.“

§. 1426. „Außerdem kann man zu dergleichen Bestimmungen auch mit Vortheil benutzen die weiter unten zu erwähnende Tiegungs- und die Abweichungenadel; §. 1443. ff. Kr.“

§. 1427. Die Wirkung des Magnets auf das Eisen nimmt mit der Entfernung ab, und zwar in Verhältniß des Quadrats dieser Entfernung. v. Saussure hat durch seine Magnetometer gefunden, daß die Kraft des Magnets gegen das Eisen an verschiedenen Orten veränderlich ist.

Auf ihre Beschreibung eines neuen Magnetometers; in seinen Reisen durch die Alpen, 2<sup>te</sup> H. S. 156 f.

§. 1428. Die Erfahrung lehrt, daß bei gleicher Entfernung die Intensität der Anziehung zwischen Eisen und Magnet dieselbe bleibe, es mag zwischen beiden ein Mittel sein, welches da will, nur nicht ein solches, das selbst der Mittheilung des Magnetismus fähig ist, als Eisen. Auch im luftleeren Raume bleibt die Anziehung dieselbe.

Hierauf gründen sich starker Eisenerzen und Taschenlunte.

Versuche: Die Magnadel wird vom Eisen angezogen, so wie sie unter Glas, hinter Messing, Zinn, Zedern u. dergl. liegt.

Eine unter der Wiege der Luftpumpe im leeren Raume befindliche Magnetnadel wird durch das Eisentuch an die Glasglocke an Eisen angezogen.

§. 1429. Der Magnet zieht nicht allein das Eisen an, sondern auch einen andern Magnet. Allein die Pole des Magnets ziehen sich nicht ohne Unterschied an, nämlich nur die ungleichnamigen; oder der Nordpol des einen Magnets zieht nur den Südpol des andern, und umgekehrt, und beide hängen bey der Veräberung stark zusammen.

§. 1430. Die gleichnamigen Pole des Magnets hingegen, als der Nordpol des einen und der Nordpol des andern, der Südpol des einen und der Südpol des andern, ziehen sich nicht nur nicht an, sondern stoßen sich sogar ab.

§. 1431. Hieraus folgt also das allgemeine Gesetz: Ungleichnamige Pole der Magnete ziehen sich an, gleichnamige Pole derselben stoßen sich ab.

Versuche: Der Nordpol des Magnets hängt mit dem Südpol des andern zusammen.

Zwischen dem Nordpole oder Südpole des einen und dem andern des andern ist keine Spur von Zusammenhang zu merken, sie stoßen sich vielmehr ab.

Ein Magnet, der an einer Waage ins Gleichgewicht gebracht wird bey der Annäherung der ungleichnamigen Pole eines andern Magnets herabzusehen (so wie vom Eisen, bey Annäherung der gleichnamigen Pole sehr in die Höhe gehoben).

Der Nordpol einer Magnetnadel zieht vor dem Nordpol des andern ab, und zieht nach dem Südpole desselben zu, der hingegen an den Südpol der Magnetnadel abzieht.

§. 1432. Wegen dieser Wirkungen heißen die gleichnamigen Pole zweier Magnete auch freundschaftliche (P. amici); die gleichnamigen, feindschaftliche (P. inimici).

§. 1433. Die anziehenden und abstoßenden Kräfte der magnetischen Materie verhalten sich gerade wie



magnetische Intensität, und umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernungen. Coulomb hat dieses Gesetz durch seine feinsten magnetischen Waage bewiesen.

Abbildung einer der Coulombschen Waagen, von Coulomb; im neuen Journal der Phys., B. II. S. 393 ff.

§. 1434. Das Eisen, besonders der Stahl, ist der Niederhaltung des Magnetismus fähig, und kann die Eigenschaften des Magnets, anderes Eisen zu ziehen, und die Polarität erlangen. Das magnetisch gemachte Eisen oder solcher Stahl heißt überhaupt ein künstlicher Magnet, und übertrifft an Wirkung oft den natürlichen.

§. 1435. Der gehärtete Stahl (d. i. Kohlenstoff-Eisen) nimmt den Magnetismus langsamer an, behält ihn aber andauernder als weiches, leicht erweichbares Eisen. Aber nicht nur der Kohlenstoffhaltige Stahl, sondern auch der Silicium- und Manganhaltige wirken auf gleiche Weise. — Vergl. weiter unten §. 1441. Kr."

§. 1436. „Wird ein schwächerer Magnet mit seinen gleichnamigen Polen andauernd der Berührung eines beträchtlich stärkeren unbeweglich ausgesetzt, so wird er nicht abgestoßen, sondern seine Polarität wird umgekehrt, während die des stärkeren Magnets unverändert dieselbe bleibt.“

§. 1437. Verschiedene natürliche Magnete zeigen nicht nur die gewöhnlichen, stärkeren, sondern auch schwächere nach den Seiten zu liegende Pole, und Weber hat dergleichen auch am künstlichen Magneten entdeckt. Wahrscheinlich hat hierauf die krystallinische Structur des Eisens Einfluß. Vergl. J. Weber: Lehrb. der Naturwissensch. Landshut 1805. 8. B. III. Kr."

§. 1438. Der Magnetismus kann dem Stahle und Eisen auf verschiedene Art durch einen natürlichen Magneten mitgetheilt werden. Schon dadurch, daß eine eiserne oder stählerne Nadel an der Armatur eines natürlichen Magnets



eine kurze Zeit hängt, erhält sie das Vermögen, den Eisensfil zu ziehen, und zeigt an der Spitze, womit der Pol des Magnets berührt, den entgegengesetzten Pol des Magnets: aber die Spitze der Nadel wird z. B. zum Südpole, wenn sie an dem Nordpole des Magneten hing. Dieser Umkehrung des Magnetismus liegt auch zum Theil der Grund, daß sich an den am armirten Magnete hängenden Bart vom Eisensfil noch mehreres anlegt, und daß man auf diese Art eine große Menge Eisensfil zusammenbringen kann.

§. 1439. Stärker und dauerhafter erhält man den Stahl, oder gutem Eisen, den Magnetismus durch das Streichen mit dem Magnete. Man hat eine doppelte Art die eine heißt der einfache Strich, die andere der Doppeltstrich. Um so etwa in einem eisernen oder stählernen Stabe den Magnetismus zu erregen, setzt man den einfachen Strich auf den gehörig festliegenden Stab einen Pol des armirten Magneten in der Mitte des Stabes auf, und führt ihn nach dem Ende zu ab, setzt ihn in der Mitte des Stabes wieder auf, und führt so mit einem gleichem Striche mehreremal fort. Das Ende der geriebenen Hälfte des Stabes wird der entgegengesetzte, oder der ungleichnamige, oder der feindschaftliche Pol des nördlichen Magnets, also zum Südpole, wenn man mit dem Nordpol dieses Streichen verrichtete. So verfährt man nun auch mit der andern Hälfte des Stabes, setzt den andern Pol des armirten Magnets auf, und streicht damit. Man muß hierbei aber nicht die Pole verwechseln, oder rückwärts streichen.

§. 1440. Durch den Doppeltstrich (§. 1439) magnetisirt man den Stahl oder das Eisen, wenn man den armirten Magnet mit seinen beiden Polen der Länge nach über den Stab aufzieht, und so der Länge nach mehreremal wieder einen Ende bis zum andern reibt, und zuletzt den Magnet wieder von der Mitte des Stabes abführt. Das

Ende

Ende des Stabes, welchem bei diesem Reiben der Nordpol des armirten Magnets zunächst war, wird zum Südpole, und das andere zum Nordpole.

§. 1441. Weiches Eisen nimmt hierbei den Magnetismus leichter an, als hartes, oder als Stahl, verliert ihn aber auch leichter als dieses. Und um ihn in den magnetisirten Stäben zu erhalten, ist es gut, zwei davon so neben einander aufzubewahren, daß ihre freundschaftlichen Pole bei einander liegen und mit einem Anker geschlossen sind.

§. 1442. Auf eine ähnliche Art macht man auch die magnetischen Zuseisen, an denen man die Stärke der Anziehung gegen das Eisen ebenfalls durch einen Anker und durch angehängte Gewichte, wie bei dem armirten Magnete (§. 1418) bestimmen kann.

§. 1443. Auch den Magnetnadeln (§. 1413.) wird auf diese Art der Magnetismus entweder durch den einfachen Strich oder durch den Doppelstrich ertheilt. Sie werden aus dünnem Stahle bereitet, und sind in der Mitte mit einem recht glatt ausgehöhltem Hute von Messing oder Zinn versehen, mit welchem sie auf einer feinen Spitze horizontal schweben, und sich frei darauf bewegen können. Ihre Vollkommenheit beruht auf ihrer gehörigen und symmetrischen Figur, auf der Größe des ihr mitgetheilten Magnetismus, und auf der Freiheit ihrer Bewegung.

Vom Compass oder der Boussole, siehe Schraube und Nuten.

Eine neue, sehr empfindliche Art der Aufzeichnung der Magnetnadeln vermittelt der Hrn. Jaden der Kreuzische hat Deuere angegeben.

Von einer neuen Art, die Magnetnadel aufzuhängen, von Benoit; im Journal der Physiq., B. VII. S. 555 ff.

„Zu derselben Art, die Magnetnadel aufzuhängen, siehe man in dessen Abhandlung über den Magnetismus; in Bertr's neuem Journal der Physiq., B. II. S. 501. 3"

§. 1444. Jede Magnetnadel ist, wie das Eisen und der Stahl überhaupt, nur eines gewissen Grades des Mag-

Veränderungen (*Variatio declinationis*: 15). Nach kürzlich  
geleiteten Beobachtungen zu Paris hat man gefunden, -  
die Nadel vor dem Jahre 1666 östlich abweichend: im  
1666 hatte sie keine Abweichung. Seit dieser Zeit  
an, immer mehr und mehr westlich abzubringen, und  
Jahre 1783 betrug diese westliche Declination  $21^{\circ} 4'$ .  
Es scheint die westliche Abweichung daselbst wieder abzunehmen.  
Man sieht hieraus leicht, daß die Declinationsarten  
für immer dienen können.

§. 1452. Aber die Zunahme der Abweichung der  
Nadel an einem und demselben Orte ist eigentlich unregelmäßig,  
wie Cassini durch seine genaueren Beobachtungen gefun-  
den und hat keinen constanten progressiven Gang, so daß  
tägliches, monatliches und jährliches Maximum und Mi-  
nimum dieser Abweichung giebt, welches zu verschiedenen  
Zeiten gar sehr verschieden seyn kann, und woraus zugleich  
hervorhellet, wie unzuverlässig es ist, durch Eine Beobach-  
tung die mittlere Declination der Nadel für einen Ort bestim-  
men zu wollen.

Abweichung und Variation der Magnetnadel auf dem Cap de  
Verdun in Paris seit 1667 bis 1791 beobachtet. Von Cassini.  
*Journal der Physik*, B. VII. S. 315 ff., B. VIII. S. 311 ff.

„v. Humboldt's Beobachtungen zu Folge scheint es, daß  
einmal Ebel des atlantischen Oceans in Rade liegt den Tropicus  
Paris der  $64^{\circ}$  S. N. von dort N. W. westlich bis  $45^{\circ}$  westlich  
der Küste von Barabara zukehrend, wobei sie sich zuerst nach  
Süd der brasilianischen Küste bis zur Stelle von Capetown, und  
dann wieder nordwärts, bis zum ersten Strahlen von Madagascar  
nähend, und in dieser Richtung zu durchziehend. — Das Jahr  
1791 bildete eine kleine Abweichung, theils zu Folge  
der Beobachtungen zu Folge im vorigen Jahr. Die Richtung  
war N. W., deren einer in nordwärts Richtung liegt, der andere  
N. O., und dann durch das N. O. bis zur Stelle, während der-  
selben durch Westen und das westliche Strahlen in denselben  
Richtung zukehrend. Beide Beobachtungen sind seit 1791  
zu sehen ohne merkliche Veränderung, da das Jahr seit den Paris  
man schneidet seit langer Zeit mehr und mehr westlich und  
Entfernt man sich östwärts oder westwärts von der Küste  
der anderen dieser Länder, so wird die Nadel in der entgegengesetzten  
Richtung ab. Ob die noch im vorigen Jahrhundert den uns  
Abweichung, in dem gegenwärtigen, so nicht in die entgegengesetzte

westlich, noch andere, wo sie östlich abweicht. Aus mehreren Beobachtungen hat man Karten entworfen, worauf diese Abweichungslinien der Nadel gezeichnet sind (Declinationskarten).

§. 1450. Eine solche Linie auf der Erde, auf welcher die Magnetenadel nicht abweicht, geht von dem südlichen Theile des großen indischen Meeres, und Neuholland, durch die philippinischen Inseln, das südliche China und durch Asien, vermuthlich bis in das Eismeer zwischen Nova Zembla und Spitzbergen. Eine andere solche Linie, auf der keine Abweichung der Nadel Statt findet, geht durch das äthiopische Meer und einen Theil des atlantischen Meeres, bei dem Kap St. Augustin in Brasilien und den Westindischen Inseln vorbei, endlich in die nordamerikanischen Länder. Von dieser letztern Linie an ist auf der Erde nach Osten zu die Abweichung der Magnetenadel westlich. Diese ist also in ganz Europa, in Afrika, in dem östlichen Theile der nordamerikanischen Länder, und in dem südlichen Theile des westlichen Asiens westlich. Die Abweichung nimmt von jeder Linie an immer mehr und mehr zu, b.ä. im Oceane westwärts von Großbritannien, und ostwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung, wo sie 1770 am größten war, nämlich  $25^\circ$ . Von hier an nimmt die Abweichung der Nadel immer mehr und mehr ab, je weiter man nach Osten zu kommt, und wird immer kleiner, bis sie sich an der ersten erwähnten Linie ohne Abweichung ganz wieder verliert. Von dieser Linie an ostwärts fängt die Abweichung an, östlich zu werden, und nimmt immer mehr und mehr zu. Die größte östliche Abweichung von  $25^\circ$  ist unterhalb der südlichen Spitze von Amerika. Von hier an nimmt die östliche Abweichung wieder ab, und verliert sich endlich auf der angezeigten zweiten Linie ganz.

Vergleiche astronomisches Jahrbuch für 1779.

§. 1451. Aber auch selbst an einzelnen Orten ist die Abweichung nicht zu allen Zeiten dieselbe, sondern ändert

Veränderungen (*Variatio declinationis*). Noch la-  
gesteekten Beobachtungen zu Paris hat man gefunden,  
die Nadel vor dem Jahre 1666 östlich abwich; in  
1666 hatte sie keine Abweichung. Seit dieser Zeit  
an, immer mehr und mehr westlich abzuweichen,  
Jahre 1783 betrug diese westl. d. Declination  $21^{\circ}$ .  
scheint die westl. d. Abweichung daselbst wieder abzu-  
Man sehe hieraus leicht, daß die Declinationskraft  
für immer dienen können.

§. 1452. Aber die Zunahme der Abweichung  
bei an einem und demselben Orte ist eigentlich eine  
wie Cassini durch seine genauern Beobachtungen ge-  
und hat keinen constanten progressiven Gang, so daß  
tägliches, monatliches und jährliches Maximum und  
mum dieser Abweichung giebt, welches zu verschiede-  
ten gar sehr verschieden seyn kann, und woraus zu-  
heißet, wie unzuverlässig es ist, durch Eine Beob-  
die mittlere Declination der Nadel für einen Ort be-  
zu wollen.

Abweichung und Variation der Magneth. Nadel auf dem Ob-  
servatorium zu Paris seit 1697 bis 1791 beobachtet. Den *Ann.*  
*Journal de Physiq.* B. VII. S. 418 ff., B. VIII. S. 419.

... v. Humboldt's Beobachtungen zu Folge (Humboldt ein-  
elven Theil des östlichen Ozeans in 1791, 1792, 1793, 1794, 1795, 1796, 1797, 1798, 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, 1807, 1808, 1809, 1810, 1811, 1812, 1813, 1814, 1815, 1816, 1817, 1818, 1819, 1820, 1821, 1822, 1823, 1824, 1825, 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, 1833, 1834, 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, 1843, 1844, 1845, 1846, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870, 1871, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686, 2687, 2688, 2689, 2690, 2691, 2692, 2693, 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700, 2701, 2702, 2703, 2704, 2705, 2706, 2707, 2708, 2709, 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718, 2719, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2725, 2726, 2727, 2728, 2729, 2730, 2731, 2732, 2733, 2734, 2735, 2736, 2737, 2738, 2739, 2740, 2741, 2742, 2743, 2744, 2745, 2746, 2747, 2748, 2749, 2750, 2751, 2752, 2753, 2754, 2755, 2756, 2757, 2758, 2759, 2760, 2761, 2762, 2763, 2764, 2765, 2766, 2767, 2768, 2769, 2770, 2771, 2772, 2773, 2774, 2775, 2776, 2777, 2778, 2779, 2780, 2781, 2782, 2783, 2784, 2785, 2786, 2787, 2788, 2789, 2790, 2791, 2792, 2793, 2794, 2795, 2796, 2797, 2798, 2799, 2800, 2801, 2802, 2803, 2804, 2805, 2806, 2807, 2808, 2809, 2810, 2811, 2812, 2813, 2814, 2815, 2816, 2817, 2818, 2819, 2820, 2821, 2822, 2823, 2824, 2825, 2826, 2827, 2828, 2829, 2830, 2831, 2832, 2833, 2834, 2835, 2836, 2837, 2838, 2839, 2840, 2841, 2842, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2848, 2849, 2850, 2851, 2852, 2853, 2854, 2855, 2856, 2857, 2858, 2859, 2860, 2861, 2862, 2863, 2864, 2865, 2866, 2867, 2868, 2869, 2870, 2871, 2872, 2873, 2874, 2875, 2876, 2877, 2878, 2879, 2880, 2881, 2882, 2883, 2884, 2885, 2886, 2887, 2888, 2889, 2890, 2891, 2892, 2893, 2894, 2895, 2896, 2897, 2898, 2899, 2900, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2914, 2915, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2932, 2933, 2934, 2935, 2936, 2937, 2938, 2939, 2940, 2941, 2942, 2943, 2944, 2945, 2946, 2947, 2948, 2949, 2950, 2951, 2952, 2953, 2954, 2955, 2956, 2957, 2958, 2959, 2960, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2966, 2967, 2968, 2969, 2970, 2971, 2972, 2973, 2974, 2975, 2976, 2977, 2978, 2979, 2980, 2981, 2982, 2983, 2984, 2985, 2986, 2987, 2988, 2989, 2990, 2991, 2992, 2993, 2994, 2995, 2996, 2997, 2998, 2999, 3000, 3001, 3002, 3003, 3004, 3005, 3006, 3007, 3008, 3009, 3010, 3011, 3012, 3013, 3014, 3015, 3016, 3017, 3018, 3019, 3020, 3021, 3022, 3023, 3024, 3025, 3026, 3027, 3028, 3029, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3054, 3055, 3056, 3057, 3058, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, 3064, 3065, 3066, 3067, 3068, 3069, 3070, 3071, 3072, 3073, 3074, 3075, 3076, 3077, 3078, 3079, 3080, 3081, 3082, 3083, 3084, 3085, 3086, 3087, 3088, 3089, 3090, 3091, 3092, 3093, 3094, 3095, 3096, 3097, 3098, 3099, 3100, 3101, 3102, 3103, 3104, 3105, 3106, 3107, 3108, 3109, 3110, 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3120, 3121, 3122, 3123, 3124, 3125, 3126, 3127, 3128, 3129, 3130, 3131, 3132, 3133, 3134, 3135, 3136, 3137, 3138, 3139, 3140, 3141, 3142, 3143, 3144, 3145, 3146, 3147, 3148, 3149, 3150, 3151, 3152, 3153, 3154, 3155, 3156, 3157, 3158, 3159, 3160, 3161, 3162, 3163, 3164, 3165, 3166, 3167, 3168, 3169, 3170, 3171, 3172, 3173, 3174, 3175, 3176, 3177, 3178, 3179, 3180, 3181, 3182, 3183, 3184, 3185, 3186, 3187, 3188, 3189, 3190, 3191, 3192, 3193, 3194, 3195, 3196, 3197, 3198, 3199, 3200, 3201, 3202, 3203, 3204, 3205, 3206, 3207, 3208, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3216, 3217, 3218, 3219, 3220, 3221, 3222, 3223, 3224, 3225, 3226, 3227, 3228, 3229, 3230, 3231, 3232, 3233, 3234, 3235, 3236, 3237, 3238, 3239, 3240, 3241, 3242, 3243, 3244, 3245, 3246, 3247, 3248, 3249, 3250, 3251, 3252, 3253, 3254, 3255, 3256, 3257, 3258, 3259, 3260, 3261, 3262, 3263, 3264, 3265, 3266, 3267, 3268, 3269, 3270, 3271, 3272, 3273, 3274, 3275, 3276, 3277, 3278, 3279, 3280, 3281, 3282, 3283, 3284, 3285, 3286, 3287, 3288, 3289, 3290, 3291, 3292, 3293, 3294, 3295, 3296, 3297, 3298, 3299, 3300, 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3314, 3315, 3316, 3317, 3318, 3319, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3325, 3326, 3327, 3328, 3329, 3330, 3331, 3332, 3333, 3334, 3335, 3336, 3337, 3338, 3339, 3340, 3341, 3342, 3343, 3344, 3345, 3346, 3347, 3348, 3349, 3350, 3351, 3352, 3353, 3354, 3355, 3356, 3357, 3358, 3359, 3360, 3361, 3362, 3363, 3364, 3365, 3366, 3367, 3368, 3369, 3370, 3371, 3372, 3373, 3374, 3375, 3376, 3377, 3378, 3379, 3380, 3381, 3382, 3383, 3384, 3385, 3386, 3387, 3388, 3389, 3390, 3391, 3392, 3393, 3394, 3395, 3396, 3397, 3398, 3399, 3400, 3401, 3402, 3403, 3404, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409, 3410, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3416, 3417, 3418, 3419, 3420, 3421, 3422, 3423, 3424, 3425, 3426, 3427, 3428, 3429, 3430, 3431, 3432, 3433, 3434, 3435, 3436, 3437, 3438, 3439, 3440, 3441, 3442, 3443, 3444, 3445, 3446, 3447, 3448, 3449, 3450, 3451, 3452, 3453, 3454, 3455, 3456, 3457, 3458, 3459, 3460, 3461, 3462, 3463, 3464, 3465, 3466, 3467, 3468, 3469, 3470, 3471, 3472, 3473, 3474, 3475, 3476, 3477, 3478, 3479, 3480, 3481, 3482, 3483, 3484, 3485, 3486, 3487, 3488, 3489, 3490, 3491, 3492, 3493, 3494, 3495, 3496, 3497, 3498, 3499, 3500, 3501, 3502, 3503, 3504, 3505, 3506, 3507, 3508, 3509, 3510, 3511, 3512, 3513, 3514, 3515, 3516, 3517, 3518, 3519, 3520, 3521, 3522, 3523, 3524, 3525, 3526, 3527, 3528, 3529, 3530, 3531, 3532, 3533, 3534, 3535, 3536, 3537, 3538, 3539, 3540, 3541, 3542, 3543, 3544, 3545, 3546, 3547, 3548, 3549, 3550, 3551, 3552, 3553, 3554, 3555, 3556, 3557, 3558, 3559, 3560, 3561, 3562, 3563, 3564, 3565, 3566, 3567, 3568, 3569, 3570, 3571, 3572, 3573, 3574, 3575, 3576, 3577, 3578, 3579, 3580, 3581, 3582, 3583, 3584, 3585, 3586, 3587, 3588, 3589, 3590, 3591, 3592, 3593, 3594, 3595, 3596, 3597, 3598, 3599, 3600, 3601, 3602, 3603, 3604, 3605, 3606, 3607, 3608, 3609, 3610, 3611, 3612, 3613, 3614, 3615, 3616, 3617, 3618, 3619, 3620, 3621, 3622, 3623, 3624, 3625, 3626, 3627, 3628, 3629, 3630, 3631, 3632, 3633, 3634, 3635, 3636, 3637, 3638, 3639, 3640, 3641, 3642, 3643, 3644, 3645, 3646, 3647, 3648, 3649, 3650, 3651, 3652, 3653, 3654, 3655, 3656, 3657, 3658, 3659, 3660, 3661, 3662, 3663, 3664, 3665, 3666, 3667, 3668, 3669, 3670, 3671, 3672, 3673, 3674, 3675, 3676, 3677, 3678, 3679, 3680, 3681, 3682, 3683, 3684, 3685, 3686, 3687, 3688, 3689, 3690, 3691, 3692, 3693, 3694, 3695, 3696, 3697, 3698, 3699, 3700, 3701, 3702, 3703, 3704, 3705, 3706, 3707, 3708, 3709, 3710, 3711, 3712, 3713, 3714, 3715, 3716, 3717, 3718, 3719, 3720, 3721, 3722, 3723, 3724, 3725, 3726, 3727, 3728, 3729, 3730, 3731, 3732, 3733, 3734, 3735, 3736, 3737, 3738, 3739, 3740, 3741, 3742, 3743, 3744, 3745, 3746, 3747, 3748, 3749, 3750, 3

Richtung wechseln wird, oder schon gemeldet hat (wie behauptet wird) auch sich binnen vielleicht zehn Jahren bewegen; sie zeigen d. h. daher sich nicht oder gar nicht verändert zu haben. Da nun diese Veränderungen an einem und demselben Orte und trotz unerschütterlicher Bestimmungen eintreten haben, so sehr und jeder die Maxima und Minima bestimmt) eintreten, so können sie eines Theils an diese Zeit und ihre Aequipe zu liegen, welche die Jahreszeiten bestimmen, andere Theils aber auch an anderntheiligen unbedeutenden Veränderungen zu liegen. Vergleiche Bosc a. a. O. S. 111. S. 133 v. f. Gilbert's Annalen S. XLVII. S. 263. S. XLIX. S. 514. 228. S. LXXI. S. 491. S. LXXII. S. 77. S. LXXIV. S. 206. — Ueber Sternheller's Annahme eines in der boden Erde sich bewegenden magnetischen Weltbogens; S. LVII. S. 53 f. S. 11.

§ 1453. Wenn auch die Magnetnadel so gearbeitet ist, daß sie vor dem Streichen mit dem Magnete völlig waagrecht auf der Spitze schwebt, so findet man doch, nachdem sie ist magnetisirt worden, daß sie ihr Gleichgewicht verliert und sich mit der einen Spitze unter den Horizont neigt. Der Winkel, welchen die dazu eingereicherte Nadel mit der Horizontalinie macht, heißt die Neigung oder Inclination der Magnetnadel (in Latino aus magneticae).

§ 1454. Um die Magnetnadel so aufzuhängen, daß sie die Inclination ungehindert zeigt, dient die gewöhnliche Einrichtung mit dem Hufe nicht, sondern sie wird vielmehr mit Zapfen versehen, an welchen sie in der Mitte eines Ringes hängt (Neigungsnadel, Neigungscompaß). Damit man die Neigung gehörig bemerken könne, muß die Nadel auch zugleich im magnetischen Meridian stehen. Denn, wenn ihre Achse nicht im magnetischen Meridian ist, so sind die Neigungen größer; und wenn sie den magnetischen Meridian rechtwinklig durchschneidet, so steht sie gar völlig lothrecht, wenn sie anders gut und schön genug gearbeitet ist.

Wolta mögliche Beweise, Bd III Kap. 4. 1. 61. Recueil des pieces sur la brusselle d'inclination, à Paris 1744. 4. Deaussures und Adolphe's Methode zum Bestimmen des magnetischen Declinations und Inclinationen, Rastatt 1779. 8. „Robert Norman erfand diese Inclinationnadel 1570“ S. 11.

„Die Verfertigung guter Inclinationnadeln ist mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Dabei findet man auch weit weniger gute Beobachtungen über die Inclination, als über die Declination. Neuer-







man bis N, so wird er am andern Ende C magnet, eben so gleich, wenn man dies- oder jenseits der Punkte M und N mit Streichen aufhört, einen bemerkbaren Magnetismus an beiden Enden hervorbringt. Brugmans nennt diese Punkte M und N Indifferenzpunkte, weil die Enden der Stäbe, die bis dahin gestrichen werden, auf die Pole einer Magnetnadel ohne Unterschied (indifferent) wirken, und beide mit gleicher Leichtigkeit anziehen.

Philosophische Verträge über die magnetische Materie und deren Wirkung in Eisen und Magnet, aus dem Latein von Anton Brugmans überlegt, herausgegeben von Christoph. Eschenbach, Le 13 1794. 8. S. 70 ff.

§ 1460. van Swinden, der die Theorie der Indifferenzpunkte Brugmans mit sehr vielem Scharfsinne untersucht hat, setzte zu diesen Indifferenzpunkten noch einen culminirenden Punkt, mit dem es folgende Verwandtschaft hat. Wenn man das eiserne Stäbchen AC mit dem Pole eines Magnets, z. B. mit dem Nordpole, von A nach C streicht, so erscheint im Anfange in A der Südpol und in C der Nordpol, dessen Kraft immer zunimmt, indem man den Magnet durch einen bestimmten Raum von A fortführt. Es ist aber ein Punkt in dem Stäbchen AC von der Eigenschaft, daß, wenn der Magnet vom Ende A bis dahin geführt worden, alsdann das Maximum der nördlichen Kraft an dem Ende C beobachtet werde. Diesen Punkt nennt van Swinden den culminirenden Punkt (Punctum culminans), weil, wenn man diesseits oder jenseits dieses Punktes mit Streichen aufhört, die Polarität am Ende C allemal schwächer ist. van Swinden zeigt durch seine Versuche, daß die drei Punkte, nämlich der culminirende und die beiden Indifferenzpunkte, nicht nur von der Länge und Dicke des eisernen Drahtes oder Stabes, sondern auch von der Härte des Eisens und der Stärke des Magnets abhängen.

Brugmans a a O S. 21 ff. Tentamina theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis. Specimen I. libens principia generalia ad novam phaenomeni indifferentiae et puncti culminantis theoriain. Francq. L. 4 maj.

Ueber die magnetische Intensität jedes Punktes eines Magneten  
 hat Coulomb seine sehr interessante Entdeckungen aus Folgendem  
 Coulomb'schen (1785.) angef. Abhandl. „sur l'intensité“

§. 1451. Jede Theorie über den Magnetismus  
 bis jetzt unzureichend gewesen. Noch sind unsere Kenntnisse  
 über die Erscheinungen selbst nicht weit genug verbreitet,  
 und die Thatsachen selbst noch nicht genugsam verstanden,  
 um darauf ein Lehrgebäude errichten zu dürfen.

Petri van Muschenbroeck Dissert. physica experimentali de electricitate et magnetismo in seipso et in aliis corporibus. P. 1. ff.

Leon. Euleri opusculum T. III. continens novam theoriam magnetismi. Berol. 1758. 4.

Testamentum theoriae electricitatis et magnetismi, ex V. T. Depina, Petropol. (1791) 4.

Anton Brugmanns Betrachtungen über die Vermittelbarkeit des Magnetismus, aus dem Lat. von C. G. Richtenbach, Leipzig 1781. 4.

Theoretische und praktische Abhandlung der Lehre vom Magnetismus, von Liber. Cavallo, d. d. Ensl. 1784. 4.

Vom Ursprunge der magnetischen Kräfte, von D. Prevost, in Franz. von Dav. Aud. Houtguet, Halle 1792. 8.

„Gaus's (eben angeführte) Theorie der Electr. und des Magnetismus. Aus dem Fr. von J. Althard. Altona 1795. 8.

### Sechstes Hauptstück.

## Nähere Betrachtung unserer Erde und Atmosphäre.

### §. 1462.

Wir haben nun noch unsern Erdkörper, den wir kennen, und die Atmosphäre, die ihn umgiebt, mit denselben vorgehenden Erscheinungen, näher zu betrachten. Die Bestimmung der Gestalt, Größe, und der Temperatur

Beziehungen unseres Erdballs gegen andere Welten unseres Sonnensystems überlassen wir der Astronomie. Wir betrachten hier 1) das feste Land, 2) nach ihrem Beschaffenheit, b) nach seiner innern Constitution, so weit wir sie durch Beobachtungen über die Oberfläche, und durch bergmännische Erkundungen kennen; 3) die Meere und die Gewässer des festen Landes; 4) die Atmosphäre mit ihren mannigfaltigen Materien.

### F e s t e s L a n d.

1463. Den größten Theil unserer Erdoberfläche bedeckt das feste Land, das gewissermaßen als ein Festland und als eine Menge kleinerer Inseln daraus hervorgeht. Es ist auf seiner Oberfläche ziemlich unregelmäßig gestaltet und man darf nur hier und da einen flachen Platz zwischen dem übrigen festen Lande und den Vauz der darauf benachbarten Meere ansetzen, um zu finden, daß es sich vom Meere nach dem Innern hin mit sehr verschiedenen Abwechselungen von niedrigen und größern Erhöhungen und in sehr verschiedenen Richtungen erhebt, welche die Hügel, Anhöhen, Berge und zusammenhängenden Gebirge, Bergketten und Bergzweige bilden, zwischen denen Vertiefungen, Thäler, verschiedene Größe und Gestalt, Schluchten und Entfernungen entstehen.

1464. Die Seethäler sind gewöhnlich die tieferen Theile des festen Landes, und im Allgemeinen pflegt der tieferste Theil desselben der höchste zu seyn. Solche werden überhaupst Landhöhen, oder, wenn sie große Flächen ausdehnen, Plattformen, und wenn sie fort erstrecken, Landrücken oder Bergzüge.

Die großen Bergketten des festen Landes scheinen durchgängig zusammenzuhängen: und selbst die Meere können als die Wälder der unter dem liegenden Gebirgsketten angesehen werden. Die Gebirgsketten selbst bestehen zur Seite gemeinlich

Ueber die magnetische Intensität jedes Punktes einer Magnetkraft Coulomb'sche leichteste Erfahrungen aus. stellt.

Coulomb's eben (J. 1433.) angef. Abh. d. , und Vol. 2 2 7  
X 7

§. 1451. Jede Theorie über den Magnetismus ist bis jetzt unzureichend gewesen. Noch sind unsere Kenntnisse über die Erscheinungen selbst nicht weit genug vorgeschritten, und die Thatsachen selbst noch nicht genugsam vervielfältigt, um darauf ein Lehrgebäude errichten zu dürfen.

Petri van Musschenbroeck dissert. physica experimentalis de magnetice in figura d. ff. phys. et geom. S. 3 7.

Leon. Euleri opusculor. T. III. continens novam theoriam magnetis, Berol. 1751. 4.

Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi, auctore V. T. Leino, Petropol. (1779) 4.

Anton Brugmann's Beobachtungen über die Verwandtschaften im Magnete, aus dem Lat. von C. G. Lichtenbach, Leipzig 1781. 8.

Theoretische und praktische Abhandlung der Lehre vom Magneten, eigenen Versuchen, von Liber. Cavallo; a. d. Engl. 1781. 8.

Vom Ursprunge der magnetischen Kräfte, von D. Prevost, aus dem Franz. von Dav. Lud. Bontguet, Halle 1791. 8.

Gauss's (oben angeführte) Theorie der Electr. und des Magnetismus etc. Aus dem Fr. von J. Wierhard. Altenburg 1801. 8.

### Sechstes Hauptstück.

## Nähere Betrachtung unserer Erde und der Atmosphäre.

### §. 1462.

Wie haben nun noch unsern Erdkörper, der wir bewohnen, und die Atmosphäre, die ihn umgiebt, mit den in derselben vorgehenden Erscheinungen, näher zu betrachten. Die Bestimmung der Gestalt, Größe, und der Vertheilung

nisse und Beziehungen unseres Erdballs gegen andere Weltkörper unseres Sonnensystems überlassen wir der Astronomie. Wir betrachten hier 1) das feste Land, a) nach seiner äußern Beschaffenheit, b) nach seiner innern Constitution, so weit wir sie durch Beobachtungen über die Gebirge, und durch bergmännische Erkundungen kennen; 2) das Meer und die Gewässer des festen Landes; 3) die Atmosphäre mit ihren mannigfaltigen Materien.

### F e s t e s L a n d.

§. 1453. Den größten Theil unserer Erdoberfläche bedeckt das Meer. Das feste Land, das gewissermaßen als zwei große und als eine Menge kleinerer Inseln daraus hervortragt, ist auf seiner Oberfläche ziemlich unregelmäßig geformt; und man darf nur hier und da einen flüchtigen Blick auf das übrige feste Land und den Lauf der darauf befindlichen Flüsse werfen, um zu finden, daß es sich vom Meere nach dem Innern hin mit sehr verschiedenen Abwechselungen von kleinen und größern Erhöhungen und in sehr verschiedenen Verhältnissen erhebt, welche die Hügel, Anhöhen, einzelnen Berge und zusammenhängenden Gebirge, Bergketten und Bergkette bilden, zwischen denen Vertiefungen von verschiedener Größe und Gestalt, Schluchten und Thäler entstehen.

§. 1454. Die Seeländer sind gewöhnlich die niedrigsten Theile des festen Landes, und im Allgemeinen steigt der mittlere Theil desselben der höchste zu sein. Solche Stellen werden überhaupt Landhöhen, oder, wenn sie sich in weite Flächen ausdehnen, Plattformen, und wenn sie sich weit fort erstrecken, Landrücken oder Berg Rücken genannt. Die großen Bergketten des festen Landes scheinen fast durchgängig zusammenzuhängen; und selbst die Inseln des Meeres können als die Gipfel der unter dem Meere liegenden Gebirgsketten angesehen werden. Die Hauptgebirgsketten selbst bestehen zur Zeit gemeinlich





gehalten, die im Nachfolgenden abgebildete kurze Darstellung des 1-ten  
gen Landes der Welt nicht von dem Land der Erde aus den Rändern so  
schon eines Mannes zu entstehen, gegen den ich mich in dieser Hinsicht  
nicht verhalte, wie der aufmerksame Schalter zum launigen Künstler.  
St."

§. 1466. Im Ganzen genommen, kommt die Höhe  
der Berge gegen die Dicke der Erdkugel in fast gar keinen  
Betracht; und sie nebst den Thälern bezeichnen ihr also ihre  
Kugelgestalt bey weitem nicht, wenn wir uns die Erde im  
Ganzen vorstellen. Die Gebirge selbst haben eine beträchts-  
liche Menge Klippen und schroffer Felsen; aber die nied-  
rigen und beträchtlichsten steigen doch sanft an, und sind  
in ihrem weit ausgebreiteten Fuße, und an ihrem Abhänge  
so wie die Landhöhen, mit der zum Wachstume der  
Pflanzen bestimmten Dammerde bedeckt. Nur die höch-  
sten ausgenommen, sind die niedrigen Gebirge und Berge  
mit Waldungen besetzt. Wie und da finden sich  
ebendiesen mit vielem Sande bedeckt.

§. 1467. Die Physiognomie der Gebirge verdient  
eine besondere Aufmerksamkeit des Gebirgsforschers, denn  
darauf bilden dieselben Gesteinsarten Gesteinsgruppen  
von analogen äußern Formverhältnissen; überall hat  
die Beschaffenheit des Gebirgsgesteins die äußere Gestalt  
der Berge bedingt und insbesondere kommt neben der Masse  
des Gesteins, auch vorzüglich die Textur desselben als beding-  
ende Potenz der Gebirgsmassen, in Betracht. Wenig ist  
in diesem Theile der Wissenschaft noch geschehen; A. v. Hum-  
boldt hat aber hiezu trefflich gearbeitet; Voyage  
Alexandre de Humboldt. 4. partie.

§. 1468. Erst die neuern Naturforscher haben diesen  
Unterschied der innern Beschaffenheit der Gebirge genauer  
bestimmen gesucht, und sind auf die dahin vorgefundenen  
wichtigen Documente zur Geschichte der Entstehung der  
Berge und unsers süßen Landes aufmerkamer gewesen.  
Das Innere der Gebirge liefert uns offenbare Spuren ih-  
res verschiedenen Alters; und wenn diese gleich noch nicht zu





Die zeichnen sich durch ihre Einsamkeit und das Festhalten ihrer Norm, oder, was aber durch ihre Zusammenkennung aus, indem sie von einem und demselben einfachen Gossilium abhelt werden, die nicht in mächtiger Veränderung vorkommen. Die anderen Figuren stellen geizig in solche, die mit den sie ausbleibenden Verbindungen gleichung, das solche, die damit ungleichzeitig entstehen den fest.

Äpfelreipen in ihrer Fülle, zwischen den Schauern der Eibergs  
maßen keine Äpfel aus von der Reife und der Weichheit gleich, die  
der Unterfird liegt in der belenden Ausfüllungsmasse. Nach ihrem  
erhöhten Dimensionen werden sie Lager, Schutgebirge, Wä-  
ren und Nieder und liegende Städte genannt.

[illegible]

Manne und Frauenbälten von plattenförmiger Gestalt, welche die Weibensichten durchziehen, und die mit Fesseln angefaßt sind, welche von den Bedrängten mehr oder weniger abweichen. Ihre eigene Mutter spricht zur Wiener's Tochter, der zu Folge sie vermalt offen Strahlen waren, die sich bei der Austrocknung der Weibge bilden und nachher, durch kalte Wässer, von oben ausgefaßt wurden. Bei dem Vernehmen mehrerer Dinge von diesem bedeuten Alter zu ein und demselben Alter werden die ältern Mütter von den jüngern leicht durchgesehen und zur Seite geschoben. Die von Schmidt aufgestellte und auf Erfahrung gegründete Theorie dieser Verhältnisse, nämlich, daß es eben alles nach den verschiedenen Graden der Schwere und des Falls vor sich gegangen sey, und betrachtet so Wiener's ganz alte Ansicht von den Gungen. Nach Schmidt's Vorstellungen werden die Abweichungen im Hange und in der Stellung der Mütter zu einander, und der Mütter der letzten, parallelen Richtung als einander geordnet, und die Größe der Seitenabstände, denen Mütter von gleichem Alter unterworfen sind, wird nach der großen oder geringeren Höhe des Sprunges der jungen Weibspalten, durch die mehr und minder bedeutende Weite der gegenwärtigen Thaumalethe bestimmt. Telus Anleitung zur Vergleichung. — Wiener's neue Theorie von der Entstehung der Mütter. 1791. — Brunner's neue Hypothese der Entstehung der

§ 1472. „Hiernach können wir nun die *normalen Gebirgsarten* in drei Abtheil. bringen:

- 1) Grundgebirge (primäre Gebirgsarten);
- 2) Mittelgebirge (sekundäre Gebirgsarten);
- 3) Obergebirge (tertiäre Gebirgsarten).“

„Zuher nehmen die Bergmassen nach Werner bestimmte Formen im Grundgebirge (s. a. Vers. 184) an, und sind in der That zu unterscheiden nach der Art und der Größe der Grundgebirgsarten. Die Beobachtungen haben Ausnahmen davon gezeigt. Die Form der Annahme einer bestimmten Grundform. Nach den Formen von Abel und Schumann (s. s. 184) ist es nicht mehr möglich, die Gebirgsarten im Grundgebirge zu unterscheiden, sondern nur die großen zusammenhängenden Lagerungsgruppen. Die Gebirgsarten aber sind als ein System zu betrachten. Die Gebirgsarten sind: Granit, Gneis, Schiefer, Thonschiefer, Sandstein, Kalkstein, Gabbro, porphyrische Massen, Basalt, Hornfels, Quarz, Kalkstein, Gneis. Es sind also die Gebirgsarten, die in der Natur eine bestimmte Lagerung haben. Die Gebirgsarten sind also in der Natur eine bestimmte Lagerung haben. Die Gebirgsarten sind also in der Natur eine bestimmte Lagerung haben.“

§ 1473. Die *größte Abtheilung der Mittelgebirge* können wir wieder in drei Folgen theilen:

- 1) die unteren Folgen (sogenanntes Uebergangsgebirge);
- 2) mittlere Folgen (sog. Mittelgebirge);
- 3) obere Folgen.

§ 1474. „Diese drei Gebirgsfolgen haben eine bestimmte Uebereinstimmung; sie bestehen nehmlich alle aus den vier Gruppen von Gebirgsarten:

- a) Konglutinirten Gebirgsarten;
- b) thonigen Gebirgsarten;
- c) kalkigen Gebirgsarten;
- d) fehligen Gebirgsarten.

Aber sie haben auch wieder bemerkbare Abweichungen.“

§ 1475. „In der ersten Folge halten die Konglutinirten, die Thon- und die Kalkarten einander ziemlich im Gleichgewicht; sie stehen mit einander in solcher Abtheilung, daß bestimmte Formationsgrenzen gezogen werden können.“

## Nähere Betrachtung unserer Erde und der Atmosphäre. 301

der letzteren im geraden Verhältniß der Neuherr des Erdrand & d. i. das die Hebräer im älteren Gebirge vorzugsweise solchen Organismen angedörten, von denen gegenwärtig keine mehr oder gleichen Thier: oder Pflanzenresten zu antreffen ist, wodurch beim Jüdischen Gebirge der amac'liche Jüd eintritt, und daß die Hebräer sie im älteren Gebirge nicht Organismen angedörten, weil sie d. i. jetzt keine, bald der Wänterzeit lebenden mehr abn, als den mehr noch sich aber nicht sich wohnenden, wodurch jene des jüdischen Wänters nicht mit denen Jüdischen eintritt, die noch ist in den Wäntern der Jüdische vorzukommen; vgl. Roussier: Ueb. auf sich im Gebirge geistig angeschlossen sollte Baumstämme u. vgl. 18.9. d. 17.

§. 1469. „Wenn wir die Menge von Gebirgsarten betrachten, welche die Erdrinde zusammensetzen, so finden wir bei der Mehrzahl derselben eine bestimmte Norm hinsichtlich ihrer Uebereinanderlagerung. Wieder findet man andere, die nach keiner solchen Regel oder Norm gelagert sind und die auch unter sich kein so bestimmtes deutliches Verhältniß wahrnehmen lassen. Hiernach lassen sich normale und abnorme Gebirgsarten unterscheiden.“

§. 1470. „Unter den normalen Gebirgsarten finden wir einen bedeutenden Unterschied; der eine scharf gesonderte Theil, meistens aus krystallinischen Gebirgsarten bestehend, ist ganz frei von Petrefakten, da die andern meist Versteinerungen führen. Die ersten Gebirgsarten liegen am tiefsten und die andern darauf. Unter den Versteinerungen führenden Gebirgsarten waltet in dieser Hinsicht wieder eine bedeutende Verschiedenheit ob; die einen dieser Gebirgsarten haben nur Versteinerungen einer uns unbekannten Schöpfung, da in den andern neben den unbekannten Versteinerungen doch auch solche sich finden, deren Originalen noch in der Lebenswelt existiren; vergl. Ann. zu §. 1468.“

§. 1471. „Wenn wir nun auf die Bildung dieser Gebirgsarten sehen, so finden wir, daß die erstere versteinungslosere Grundlage das Resultat rein chemischer Kräfte ist, und daß die letztere Abtheilung im Großen nichts weniger als mechanisch mehr zeigt, sondern ganz mechanisch gebildet ist.“



§. 1476. „Die groben Konglomerate sind vorherrschend, als Granitwacke; die thonigen Massen setzen sich im häufigsten als Thonschiefer, die kohligen Massen sind sehr selten, meistens als Braunkohle. Außerdem kommen aber auch noch kristallinische Gesteinsarten vor, Granit, Gneis, Grünstein. Die Gängebildungen gehören dieser Folge vorzüglich an.“

§. 1477. „In der zweiten Folge (sogen. Fichta- oder Kupferschiefergebirge) halten die Konglomerate und Kalksteine einander noch ziemlich das Gleichgewicht, doch beginnt der Kalk schon an vorzuherrschen, die Thonmassen sind unbedeutender, sie erscheinen auch nicht mehr so rein, sondern theils mit den Konglomeraten, theils mit dem Kalkstein verbunden, als Schieferthon, Thorstein, Mergel etc.“

§. 1478. „Die Konglomerate erscheinen als feinere Konglomerate. Die Kohle zeigt sich wohl häufiger und zwar rein ausgesondert als Schwarzkohle, auch in Verbindung mit Thon als Braunschiefer oder in Verbindung mit Thon und Kalk als bituminöser Mergelschiefer; vollkommen kristallinische Massen verstreuen ganz, und es zeigen sich blos halbkristallinische, jedoch sparsam, als Marmorstein, Porphyr. Besondere Lagerstätten kommen seltener vor; die Gänge dieser Gesteine werden Rücken und Wechsel genannt.“

§. 1479. „In bewerteten ist besonders die bestimmte Trennung dieser Folge in zwei ausgezeichnete Formationen, nämlich die untere der Konglomerate, welche das Kohlenfundamentgebirge und das Liegende begreift, und die obere der Kalkmassen, welche der bituminöse Mergelschiefer und ein reinerer Kalk, der Fechtstein, gehört.“

§. 1480. „In der dritten Folge sind die Kalkmassen gegen die Konglomeratmassen vorherrschend, die Thonmassen sind von geringerer Bedeutung und noch mehr



Man sieht leicht ein, daß sich bei der Ausdehnung eines solchen heftigen vulcanischen Feuers, nur durch die ausfließende und sich umher aufschäumende Lava und die ausgeworfenen Steine, schnell durch die dadurch entstehende Zerstörung und Zerschüttung des Innern des Berges, und die etwa noch von Ausleeren erfolgte Zusammenstürzung seiner Gänge, beträchtliche, wenn auch der Größe und Dauer einziger jetzt noch brennender Vulkane zu vertheilen, sich weit erstreckende Veränderungen in der inneren Contraction des Berges antreffen lassen.

So trifft man auch wirklich in mehreren Gegenden jetzt ausgebrannte Vulkane und durch ihre Ausbrüche veränderte Gebirgsarten an. Diese vulcanischen Gebirge sind aber keineswegs zusammenhängende Gebirge aus; und es ist ihnen viel mehr kennzeichnend, daß sie in freistehenden Bergen vorkommen, deren Gipfel gewöhnlich noch immer in Einzelheiten sind und die Spuren ihrer Crater zeigen.

„Nicht unrichtig hat die Beobachtung von J. v. Ardenne über die ausfließende Lava in der Substanz des Berges, in ihrer Richtung und ihrem Verlauf, auf gewisse Art der Veränderung der Erde, welche durch die Ausdehnung des Berges entsteht, hingewiesen.“

§. 1433. Man sieht leicht ein, daß sich bei der Ausdehnung eines solchen heftigen vulcanischen Feuers, nur durch die ausfließende und sich umher aufschäumende Lava und die ausgeworfenen Steine, schnell durch die dadurch entstehende Zerstörung und Zerschüttung des Innern des Berges, und die etwa noch von Ausleeren erfolgte Zusammenstürzung seiner Gänge, beträchtliche, wenn auch der Größe und Dauer einziger jetzt noch brennender Vulkane zu vertheilen, sich weit erstreckende Veränderungen in der inneren Contraction des Berges antreffen lassen. So trifft man auch wirklich in mehreren Gegenden jetzt ausgebrannte Vulkane und durch ihre Ausbrüche veränderte Gebirgsarten an. Diese vulcanischen Gebirge sind aber keineswegs zusammenhängende Gebirge aus; und es ist ihnen viel mehr kennzeichnend, daß sie in freistehenden Bergen vorkommen, deren Gipfel gewöhnlich noch immer in Einzelheiten sind und die Spuren ihrer Crater zeigen. Zu







erhöhet der Heftigkeit verbrennt, die Erhöhung der Schwere fällt mit Wasser, alles dieß läßt sich auf die Vulcane anwenden, und daraus ein wahrscheinlicher Schluß auf ihren Ausbruch, die Stärke, Dauer und Größe desselben hernehmen.

„Es noch nicht das Entstehen der Vulcane ein zufälliges, mit der Erde zusammenhängendes im Zusammenhang stehendes Ereigniß, sondern die Ursache und die Wirkung, welche die vulcanische Erscheinungen zu sprechen scheint. Daß ich solche zu jenen, welche die Erdbeben und Vulkane noch zusammen, mit anderen großen Naturgesetzen im notwendigen Zusammenhang der Ursachen zusammenfragen, um zu sehen, daß die letzteren nicht nur Ursachen, sondern auch wirkliche Ursachen sind, wie die Mondentfernung und die Einwirkung (vielleicht aller Planeten) beweisen, und daß für sie kein anderes Gesetz bekannt ist, dem solche Erscheinungen unterworfen werden könnten, wie die Vulkane und die Erdbeben, die die Erde durchdringen, als die Elektrizität, so habe auch ich diese beiden für das Einleitende aller dieser geschehen Erscheinungen, so daß die Erde beides den Gewittern zu vergleichen und, wie mit demselben, daß sich diese Erscheinungen nicht immer noch oben durch die Luft ausbreiten. Vergl. m. Experimentaphil. Cap. XII. s. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000. 1001. 1002. 1003. 1004. 1005. 1006. 1007. 1008. 1009. 1010. 1011. 1012. 1013. 1014. 1015. 1016. 1017. 1018. 1019. 1020. 1021. 1022. 1023. 1024. 1025. 1026. 1027. 1028. 1029. 1030. 1031. 1032. 1033. 1034. 1035. 1036. 1037. 1038. 1039. 1040. 1041. 1042. 1043. 1044. 1045. 1046. 1047. 1048. 1049. 1050. 1051. 1052. 1053. 1054. 1055. 1056. 1057. 1058. 1059. 1060. 1061. 1062. 1063. 1064. 1065. 1066. 1067. 1068. 1069. 1070. 1071. 1072. 1073. 1074. 1075. 1076. 1077. 1078. 1079. 1080. 1081. 1082. 1083. 1084. 1085. 1086. 1087. 1088. 1089. 1090. 1091. 1092. 1093. 1094. 1095. 1096. 1097. 1098. 1099. 1100. 1101. 1102. 1103. 1104. 1105. 1106. 1107. 1108. 1109. 1110. 1111. 1112. 1113. 1114. 1115. 1116. 1117. 1118. 1119. 1120. 1121. 1122. 1123. 1124. 1125. 1126. 1127. 1128. 1129. 1130. 1131. 1132. 1133. 1134. 1135. 1136. 1137. 1138. 1139. 1140. 1141. 1142. 1143. 1144. 1145. 1146. 1147. 1148. 1149. 1150. 1151. 1152. 1153. 1154. 1155. 1156. 1157. 1158. 1159. 1160. 1161. 1162. 1163. 1164. 1165. 1166. 1167. 1168. 1169. 1170. 1171. 1172. 1173. 1174. 1175. 1176. 1177. 1178. 1179. 1180. 1181. 1182. 1183. 1184. 1185. 1186. 1187. 1188. 1189. 1190. 1191. 1192. 1193. 1194. 1195. 1196. 1197. 1198. 1199. 1200. 1201. 1202. 1203. 1204. 1205. 1206. 1207. 1208. 1209. 1210. 1211. 1212. 1213. 1214. 1215. 1216. 1217. 1218. 1219. 1220. 1221. 1222. 1223. 1224. 1225. 1226. 1227. 1228. 1229. 1230. 1231. 1232. 1233. 1234. 1235. 1236. 1237. 1238. 1239. 1240. 1241. 1242. 1243. 1244. 1245. 1246. 1247. 1248. 1249. 1250. 1251. 1252. 1253. 1254. 1255. 1256. 1257. 1258. 1259. 1260. 1261. 1262. 1263. 1264. 1265. 1266. 1267. 1268. 1269. 1270. 1271. 1272. 1273. 1274. 1275. 1276. 1277. 1278. 1279. 1280. 1281. 1282. 1283. 1284. 1285. 1286. 1287. 1288. 1289. 1290. 1291. 1292. 1293. 1294. 1295. 1296. 1297. 1298. 1299. 1300. 1301. 1302. 1303. 1304. 1305. 1306. 1307. 1308. 1309. 1310. 1311. 1312. 1313. 1314. 1315. 1316. 1317. 1318. 1319. 1320. 1321. 1322. 1323. 1324. 1325. 1326. 1327. 1328. 1329. 1330. 1331. 1332. 1333. 1334. 1335. 1336. 1337. 1338. 1339. 1340. 1341. 1342. 1343. 1344. 1345. 1346. 1347. 1348. 1349. 1350. 1351. 1352. 1353. 1354. 1355. 1356. 1357. 1358. 1359. 1360. 1361. 1362. 1363. 1364. 1365. 1366. 1367. 1368. 1369. 1370. 1371. 1372. 1373. 1374. 1375. 1376. 1377. 1378. 1379. 1380. 1381. 1382. 1383. 1384. 1385. 1386. 1387. 1388. 1389. 1390. 1391. 1392. 1393. 1394. 1395. 1396. 1397. 1398. 1399. 1400. 1401. 1402. 1403. 1404. 1405. 1406. 1407. 1408. 1409. 1410. 1411. 1412. 1413. 1414. 1415. 1416. 1417. 1418. 1419. 1420. 1421. 1422. 1423. 1424. 1425. 1426. 1427. 1428. 1429. 1430. 1431. 1432. 1433. 1434. 1435. 1436. 1437. 1438. 1439. 1440. 1441. 1442. 1443. 1444. 1445. 1446. 1447. 1448. 1449. 1450. 1451. 1452. 1453. 1454. 1455. 1456. 1457. 1458. 1459. 1460. 1461. 1462. 1463. 1464. 1465. 1466. 1467. 1468. 1469. 1470. 1471. 1472. 1473. 1474. 1475. 1476. 1477. 1478. 1479. 1480. 1481. 1482. 1483. 1484. 1485. 1486. 1487. 1488. 1489. 1490. 1491. 1492. 1493. 1494. 1495. 1496. 1497. 1498. 1499. 1500. 1501. 1502. 1503. 1504. 1505. 1506. 1507. 1508. 1509. 1510. 1511. 1512. 1513. 1514. 1515. 1516. 1517. 1518. 1519. 1520. 1521. 1522. 1523. 1524. 1525. 1526. 1527. 1528. 1529. 1530. 1531. 1532. 1533. 1534. 1535. 1536. 1537. 1538. 1539. 1540. 1541. 1542. 1543. 1544. 1545. 1546. 1547. 1548. 1549. 1550. 1551. 1552. 1553. 1554. 1555. 1556. 1557. 1558. 1559. 1560. 1561. 1562. 1563. 1564. 1565. 1566. 1567. 1568. 1569. 1570. 1571. 1572. 1573. 1574. 1575. 1576. 1577. 1578. 1579. 1580. 1581. 1582. 1583. 1584. 1585. 1586. 1587. 1588. 1589. 1590. 1591. 1592. 1593. 1594. 1595. 1596. 1597. 1598. 1599. 1600. 1601. 1602. 1603. 1604. 1605. 1606. 1607. 1608. 1609. 1610. 1611. 1612. 1613. 1614. 1615. 1616. 1617. 1618. 1619. 1620. 1621. 1622. 1623. 1624. 1625. 1626. 1627. 1628. 1629. 1630. 1631. 1632. 1633. 1634. 1635. 1636. 1637. 1638. 1639. 1640. 1641. 1642. 1643. 1644. 1645. 1646. 1647. 1648. 1649. 1650. 1651. 1652. 1653. 1654. 1655. 1656. 1657. 1658. 1659. 1660. 1661. 1662. 1663. 1664. 1665. 1666. 1667. 1668. 1669. 1670. 1671. 1672. 1673. 1674. 1675. 1676. 1677. 1678. 1679. 1680. 1681. 1682. 1683. 1684. 1685. 1686. 1687. 1688. 1689. 1690. 1691. 1692. 1693. 1694. 1695. 1696. 1697. 1698. 1699. 1700. 1701. 1702. 1703. 1704. 1705. 1706. 1707. 1708. 1709. 1710. 1711. 1712. 1713. 1714. 1715. 1716. 1717. 1718. 1719. 1720. 1721. 1722. 1723. 1724. 1725. 1726. 1727. 1728. 1729. 1730. 1731. 1732. 1733. 1734. 1735. 1736. 1737. 1738. 1739. 1740. 1741. 1742. 1743. 1744. 1745. 1746. 1747. 1748. 1749. 1750. 1751. 1752. 1753. 1754. 1755. 1756. 1757. 1758. 1759. 1760. 1761. 1762. 1763. 1764. 1765. 1766. 1767. 1768. 1769. 1770. 1771. 1772. 1773. 1774. 1775. 1776. 1777. 1778. 1779. 1780. 1781. 1782. 1783. 1784. 1785. 1786. 1787. 1788. 1789. 1790. 1791. 1792. 1793. 1794. 1795. 1796. 1797. 1798. 1799. 1800. 1801. 1802. 1803. 1804. 1805. 1806. 1807. 1808. 1809. 1810. 1811. 1812. 1813. 1814. 1815. 1816. 1817. 1818. 1819. 1820. 1821. 1822. 1823. 1824. 1825. 1826. 1827. 1828. 1829. 1830. 1831. 1832. 1833. 1834. 1835. 1836. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1844. 1845. 1846. 1847. 1848. 1849. 1850. 1851. 1852. 1853. 1854. 1855. 1856. 1857. 1858. 1859. 1860. 1861. 1862. 1863. 1864. 1865. 1866. 1867. 1868. 1869. 1870. 1871. 1872. 1873. 1874. 1875. 1876. 1877. 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. 1883. 1884. 1885. 1886. 1887. 1888. 1889. 1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900. 1901. 1902. 1903. 1904. 1905. 1906. 1907. 1908. 1909. 1910. 1911. 1912. 1913. 1914. 1915. 1916. 1917. 1918. 1919. 1920. 1921. 1922. 1923. 1924. 1925. 1926. 1927. 1928. 1929. 1930. 1931. 1932. 1933. 1934. 1935. 1936. 1937. 1938. 1939. 1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025. 2026. 2027. 2028. 2029. 2030. 2031. 2032. 2033. 2034. 2035. 2036. 2037. 2038. 2039. 2040. 2041. 2042. 2043. 2044. 2045. 2046. 2047. 2048. 2049. 2050. 2051. 2052. 2053. 2054. 2055. 2056. 2057. 2058. 2059. 2060. 2061. 2062. 2063. 2064. 2065. 2066. 2067. 2068. 2069. 2070. 2071. 2072. 2073. 2074. 2075. 2076. 2077. 2078. 2079. 2080. 2081. 2082. 2083. 2084. 2085. 2086. 2087. 2088. 2089. 2090. 2091. 2092. 2093. 2094. 2095. 2096. 2097. 2098. 2099. 2100. 2101. 2102. 2103. 2104. 2105. 2106. 2107. 2108. 2109. 2110. 2111. 2112. 2113. 2114. 2115. 2116. 2117. 2118. 2119. 2120. 2121. 2122. 2123. 2124. 2125. 2126. 2127. 2128. 2129. 2130. 2131. 2132. 2133. 2134. 2135. 2136. 2137. 2138. 2139. 2140. 2141. 2142. 2143. 2144. 2145. 2146. 2147. 2148. 2149. 2150. 2151. 2152. 2153. 2154. 2155. 2156. 2157. 2158. 2159. 2160. 2161. 2162. 2163. 2164. 2165. 2166. 2167. 2168. 2169. 2170. 2171. 2172. 2173. 2174. 2175. 2176. 2177. 2178. 2179. 2180. 2181. 2182. 2183. 2184. 2185. 2

von mehrere wegen ihrer Größe oder ihrer Bildung merkwürdig sind, hat man ebenfalls gewaltfamen vulkanischen Erhebungen und Spaltungen der Gebirgsflanken geschrieben. Es ist aber weit wahrscheinlicher, daß sie mehr durch das Einsinken und Nachgeben der untern Schichten während oder nach der Erhärtung der darüber liegenden Schichten entstanden sind.

Bergmanns physikal. Beschreibung der Erdoberfl., Th. 1. S. 21.  
Kap. 7.

§. 1487. Von der eigentlichen innern Beschaffenheit der Erde wissen wir aus gänzlichem Mangel an Beobachtungen gar nichts, und können also nicht bestimmen, ob die uranfänglichen Gebirge auch durch die Erde ganz hindurchgehen, und ihr Innerstes ausmachen, oder nicht.

„Einige Philosophen betrachten die Erde als einen hohlen, im Inneren leeren Kugel, andern hingegen als einen festen, im Inneren leeren Kugel, welcher die Erde umgibt, und die Erde in der Mitte befindet.“  
Meynert findet man im D. Conversat. B. 1. S. 11.

## M e e r.

§. 1490. Die größten und tiefsten Thäler der Erdrinde sind mit dem Wasser des Weltmeers bedeckt, deß Boden dem trockenen Lande darin ähnlich ist, daß Thäler, Hügel, Felsen und Berge mit einander abwechseln, und die daraus hervorragenden Klippen und Inseln, die verschiedenen Untiefen und die Meerbusen beweisen. Die Ungleichheit des Meerbodens richtet sich gewöhnlich nach der Ungleichheit der Küsten; doch machen die Inseln häufig Ausnahmen. Die Tiefe des Meeres ist verschieden. Je weiter zu ist sie größer. Die größte Tiefe desselben kennt man noch nicht.

§. 1491. Das Meerwasser hat einen salzigen bitteren Geschmack; und die chemische Zergliederung desselben zeigt, daß es, außer mehr oder weniger schleimigten und erdigen Theilen, Kochsalz und salzsaure Bittersalzerde und Kalk enthält. Diese ist auch der Grund von der Bitterkeit

desselben, die man sonst fälschlich vom Erdschmelze oder Bergfette herleitete. An manchen Küsten wendet man auch das Meerwasser wirklich zur Bereitung von Kochsalz an, und das gehörig gereinigte Meer- oder Borsalz unterscheidet sich von andern reinen Kochsalzen ganz und gar nicht. Das Meerwasser ist aber nicht allenthalben gleich stark gesalzen. Nach der Länge zu und in der Tiefe (?) pflegt es mehr Salz zu enthalten, als nach den Polen zu und oben auf. In der Nachbarschaft großer einfallender Flüsse ist es auch nicht so stark gesalzen, als in der Mitte. Auf die Salzigkeit des Meeres an der Oberfläche hat natürlicher Weise die Witterung Einfluß. Woher das Meer sein Salz erhalten habe, scheint mir eine eben so unerhebliche Frage zu seyn, als, woher das Seesalz und die Salzquellen des festen Landes rühren. Durchs Gefrieren wird, wie aus allen Salzaufösungen, das Wasser vom Salze geschieden, und aufgethauenes Eis des Meerwassers ist daher süßler. Die Salze des Meerwassers rührt theils von den darin schwimmenden oder aufgelösten Theilen, theils von dem Boden des Meeres her. Verschiedene darin wachsende Seepflanzen können auch manchmal eine Farbe hervorbringen.

*Terth. Bergmann de aqua peltica; in semis opusc. phys.-chemic. T. L. S. 179 ff.*

§. 1492. Das Wasser des großen Weltmeers ist einer ziemlich regelmäßigen Bewegung unterworfen, so daß es in Zeit von etwa 24 Stunden gewöhnlich sich zweimal an den Ufern erhebt, und zweimal wieder sinkt und davon abfließt. Man nennt diese Bewegung des Meeres Ebbe und Fluth (*refluxus maris, refluxus et refluxus maris*). Der Zufluß und das Steigen des Wassers heißt die Fluth (*fluxus*), der höchste Stand desselben die hohe Fluth, die hohe oder volle See, welche dann binnen sechs Stunden wieder abfließt und dadurch die Ebbe (*refluxus*) macht. Der niedrigste Stand derselben heißt die tiefe See, auf welche dann wieder die Fluth eintritt. Diese Abwechselung geschieht regelmäßig so, daß die hohe Fluth am folgenden

Tage um 49 Minuten später kommt, als am jenseits hergehenden; oder die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Fluthen beträgt 12 Stunden 24½ Minuten: das erste Gefähe nach 30 Tagen die Ebbe und Fluth wieder um dieselbe Zeit umritt.

§. 1493. Die Erfahrung lehrt ferner, daß die Ebbe und Fluth in einem Monat, zur Zeit des Voll- und Neumondes, oder etwa 1½ Tage nachher, stärker, und also auch zur Zeit des ersten und letzten Mondviertels, oder noch eigentlicher 1½ Tage nachher, zweimal schwächer als sonst. Besonders wird in jenem Falle die Fluth am stärksten, und in diesem am schwächsten um die Zeit der Taggleiche. Zur Zeit der Sonnenwende aber ist die Fluth der Zeit des Voll- und Neumondes schwächer, als gewöhnlich, und in der Zeit der Mondviertel stärker, als sonst dastehen. Es giebt also bei der Ebbe und Fluth bestimmte regelmäßige Phänomene, nemlich tägliche, monatliche und jährliche.

§. 1494. Endlich hat man gefunden, daß die Fluth an den östlichen Küsten sich eher erhebet, als an den westlichen; daß sie zwischen den Wendekreisen an den Orten die in einerley Meridian liegen, zu gleichen Zeiten, außerhalb derselben in größerer Breite später als in geringerer Breite eintritt, und über 65° Breite beinahe gar nicht mehr wahrzunehmen ist. Zwischen den Wendekreisen fließt das Wasser da, wo es nicht gehindert wird, der Regel nach bei der Ebbe nach Westen ab.

§. 1495. Alle diese Umstände bei der Ebbe und Fluth zeigen offenbar an, daß der Mond den Haupteinflaß dabei haben muß, und daß die Wirkungen der allgemeinen Schwere der Weltkörper gegen einander, und also auch der Erde gegen den Mond seyn müssen. Vergeblich hat man sich zu Newton bemühet, sie aus andren Ursachen herzuleiten. Durch die gemeinschaftliche Schwere der Erde und des Mondes gegen einander haben sie ein Bestreben, sich zu nähern,



und zwar muß sich dieß sowohl bey dem festen Erdkörper, als bey dem Wasser darauf äußern. In Ansehung des festen Theiles der Erde ist es eben so gut, als ob nur der Mittelpunkt der Erde allein dieses Bestreben hätte. Ferner muß die Äußerung d. h. des Bestrebens oder die Gravitation desto größer werden, je weniger schief die Richtung der Gravitation ist, und je näher die Stellen der Erde oder Wassersflächen dem Monde zu liegen. Denn, wenn alle Theile der Erde gleichförmig und in paralleler Richtung vom Monde gezogen würden, und übrigens die Sonne keine Wirkung der Gravitation darauf äußerte, so würde keine Veränderung der Lage der Wasserfläche auf der Erde durch den Mond erfolgen können. Wenn (S. 177.) d. Erde ABDE ganz mit Wasser umgeben wäre, so würde dieß Wasser ohne den Mond, und ohne die Umdrehung der Erde um ihre Achse, vermöge der Schwere desselben gegen die Erde eine vollkommenere Kugelfläche auf der Erde bilden. Durch den Mond aber, dem die eine Halbkugel der Erde allemal zugekehrt, und gegen den die ganze Erde, und also auch das Wasser darauf, wechselseitig ist, wird die Sache geändert. Die Wasserfläche A, die den Mond l. gerade über sich im Zenith hat, und ihm also näher ist, als der Mittelpunkt C des festen Kerns der Erde, wird durch denselben in ihrer Gravitation gegen diesen Mittelpunkt zu vermindert. Die ungleich größere Schwere des Wassers gegen die Erde, als gegen den Mond, hindert zwar die Entfernung des Wassers von der Erde ganz und gar; allein der Druck desselben nach dem Mittelpunkte der Erde zu wird doch dadurch vermindert. Die andere Halbkugel der Erde ist vom Monde weiter entfernt, und der Punkt D am weitesten, worin die gerade Linie zwischen dem Mittelpunkte der Erde die vom Monde abgewendete halbe Erdoberfläche trifft. Das Wasser wird hier wegen der größern Entfernung vom Monde schwächer angezogen, als die ganze Erde in ihrem Mittelpunkte C. Dadurch also, daß der Kern der Erde stärker gegen den Mond gravitirt, als hier das Wasser, muß dieß auch nothwendig in seiner



Schwere gegen den Mittelpunkt der Erde vermindert werden. Ist also nun das Wasser an beiden sich entgegengesetzten Stellen der Erdoberfläche weniger schwer gegen die Erde als das dazwischen liegende und 90 Grad davon entfernt in B und K: so ist das Gleichgewicht des Drucks zertrümmert gegen die Erde zu gehoben, und es muß auf der dem Urdruck zugetehrten Stelle A und der entgegengesetzten Urdrucke Wasser so lange steigen und aufschwellen, und dazwischen B und K so lange sinken, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Gleich ehet jenes Aufsteigen des Wassers an auf dem Weltmeere, so muß dieß zur Folge haben, da das Wasser an den Ufern abfließt, und also Ebbe eintritt: es muß aber nach sechs Stunden wieder an den Ufern anschwellen, und also Fluth kommen, wenn das Wasser wieder um Weltmeere sich wieder senkt, nachdem es den Urdruck wieder über sich hat.

§. 1496. Die Zeit zwischen zwei nächsten hohen Fluthen ist gerade die Hälfte der mittleren Zeit, worin der Mond seinen regelmäßigen scheinbaren Umlauf am Himmel vollendet, und es erhellt aus dem eben Angeführten, warum das Wasser sich nicht nur gegen die Seite A erhebt, auf welcher der Mond steht, sondern auch auf die entgegengesetzte Seite, so wie auch die hohe Fluth wirklich nicht nur nach der Erscheinung des Mondes selbst, sondern auch zwölf Stunden darnach nach dem Durchgange desselben durch die untere Grenze des Mittagskreises eintritt. Gelange nun der Mond nach M, so muß aus den angeführten Gründen in B und K Fluth, und in A und U Ebbe erfolgen. Die hohe Fluth ereignet sich nicht gerade zu der Zeit, wenn der Mond durch den Meridian eines Ortes ober- oder unterhalb des Horizonts geht, sondern einige Stunden nachher; und dieß folgt ganz natürlich aus der Umdrehung der Erde um ihre Achse, aus der zur Mittheilung der Bewegung unter die widerstehende Wassermasse erforderlichen Zeit, und aus dem dauernden Zustießen des Wassers nach dem Orte, wo sechs Stunden

her Fluth war. Diese Zeit, in welcher sich die Fluth  
hier ereignet, als der Durchgang des Mondes durch den  
Meridian, hängt übrigens von der Lage der Küsten, und  
Richtung und Gestalt der Meerbusen ab.

§. 1497. Zwen von den täglichen Fluthen sind nicht  
immer gleich groß: im Winter sind in den Gegenden die  
Hochfluthen stärker, als die gegen Abend; im Sommer  
so sie des Abends stärker, als des Morgens. Wäre der  
Mond beständig im Aequator, so würden alle tägliche Fluth  
en gleich groß seyn. Seine Erscheinung erfolgt aus der  
nördlichen oder südlichen Abweichung des Mondes in seiner  
Bahn. Da sich der Mond n.e. über  $28^{\circ}$  vom Aequator  
erhebt, so erklärt sich daraus, warum in der Nähe der  
Pole, über  $65^{\circ}$  nördlicher und südlicher Breite hinaus,  
Ebbe und Fluth kaum mehr merklich ist.

§. 1498. Wegen der Schwere der Erde gegen die  
Sonne muß diese ebenfalls in 24 Stunden zwen Fluthen  
verursachen, die aber wegen der ungleich größern Entfer-  
nung weit geringer seyn müssen, doch aber die Mondesfluth  
zu vermehren oder zur andern Zeit vermindern können.  
Das Erstere geschieht in den Neu- und Vollmonden, wo  
Sonne und Mondesfluthen zugleich eintreten; das Letz-  
tere in den Mondesviereeln, weil hier beide Weltkörper  
einander entgegenwirken. So wachsen also die Fluthen  
in den Quadraturen bis zu den Syngien, und nehmen  
in den Syngien bis zu den Quadraturen ab. Zur Zeit  
Tag- und Nachtgleiche im Frühlinge und im Herbst  
sind die Fluthen im Neu- und Vollmonde am stärksten  
zu seyn, weil dann Sonne und Mond im Aequator, oder doch  
nahe dabei sind.

§. 1499. Die Höhe des Wassers bey der hohen  
Ebbe ist verschieden. Die Lage der Dörfer, die Richtung  
der Meerengen und die Gestalt der Küsten machen hier vers-  
chiedene Veränderungen der Stärke, der Zeit des Eintretens,  
und der Dauer der Fluth. — In kleinen Meeren oder

Es ist die Wirkung der Ebbe und Fluth kaum so wie z. B. in der Ostsee, im kaspischen und im arabischen Meere; und der Grund liegt darin, daß alle derselben vom Monde eine beinahe gleiche Wirkung spüren. Winde und Meereshöhe können übrige andere Veränderungen in der Stärke der Fluth zuwege bringen.

Newton principia philos. natur. I. III. pr. 24. 25. 26. 27. d. 1. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

„Vergl. auch Laplace's Theil d. Weltsystems und Plancher's Beschreibung des Silber's de son usage. 1818. 9. u. 10.

§. 1500. Es ist das Weltmeer, außer der Ebbe und Fluth, nie und da besondere Strömung, an Orten sehr starke und schnelle. Die beständigen die Umdrehung der Erde um ihre Achse, die Abtheilung des Stroms von Ebbe und Fluth durch die Lage der Inseln, Meerbusen und Meerengen, möchten wohl die Ursachen davon seyn. In der Straße von Gibraltar vermuthlich zwei entgegengesetzte Strömungen über einander, durch den untern das Wasser aus der Meerenge, durch den obern in dieselbe aus dem atlantischen Meere. Die Wirbel oder Strudel haben wohl gleichfalls Grund in besondern Veränderungen des allgemeinen Meeres bei Ebbe und Fluth, oder anderen Strömungen Küsten und Meerengen; vielleicht auch in tiefen Stellen.

„Eine der Ebbe und Fluth überdeckte allgemeine Anordnung des Meeres ist die der Mondeschein. Welche die Anordnung ist, ist nicht eben so genau, wie die Anordnung der Umdrehung des Meeres um die Erde. Nordwärts vom Äquator ist die Richtung etwas südlich, nach Südwest von dem Äquator nach Nordwest. In 24 Stunden 2 bis 4 Meilen per diem, bestanden in jedem Meerbusen und Meerenge, durch welche große Strömungen, in 24 Stunden von Norden gegen Abend verlaufen. In den meisten Meereshöhen geben vorzüglich die Küsten; vergl. auch v. Gervais in Gervais's Ann. 1810. 3. u. 4. und Brand's ebendas. 1810. 3. u. 4.

Gewässer des festen Landes.

§. 1501. Außer dem großen Weltmeere giebt es noch große und kleinere Seen; die letztern unterscheiden sich von den ersten dadurch, daß sie keinen sichtbaren Abfluß haben. Der kaspische See nimmt sehr ansehnliche Flüsse auf, ohne einen sichtbaren Abfluß. Es ist gar nicht glaublich, daß er alles aufgenommene Wasser bloß durch Verdunstung wieder verlieren sollte; und man kann wohl eher auf eine unterirdische Gemeinschaft mit dem schwarzen Meere, oder, wie andere glauben, mit dem persischen Meerbusen schließen.

§. 1502. Außer diesen großen Wasserbehältern sind auf der Erde noch unzählige fließende Wasser, Quellen, Bäche, Flüsse, Ströme, welche zuletzt, wenige ausgenommen, sich ins Meer ergießen. Da sich das Wasser jederzeit nach dem niedrigeren Orte senkt, so müssen auch die Oerter, wo die Flüsse entspringen, jederzeit höher liegen, als das Meer. Durch die mancherley Krummungen und Unebenheiten des festen Landes erhalten die Flüsse eben die Gefälle. Denn auf einer völlig kugelrunden Oberfläche der Erde hätte kein Gefälle für Flüsse Statt finden können, wären also diese selbst nicht möglich gewesen. Alle Quellen entspringen an und neben Bergen, wenigstens doch an sanft aufsteigenden.

§. 1503. Daß die Quellen der Flüsse durch unterirdische Kanäle aus dem Meere, oder durch Aufsteigen eines unterirdischen Meerewassers nach Art der Haarröhren ihre Befugn erhalten, wird Niemandem einfallen, der etwas von der Gestalt des festen Landes und der Lage desselben gegen das Meer weiß. Das aus der Atmosphäre niederfallende Wasser hat gewiß den größten Antheil an dem Ursprunge der Quellen und ihrer Zunahme beim Fortgange in ihrem Laufe; und wenn auch gleich auf der andern Seite von diesem auf das feste Land niederfallenden Wasser ein großer Theil wieder verdunstet, oder in d. s. Pflanzen als

breitet Thauwässer, der Thau.



§. 1505. Nach der Verschiedenheit der Erdschichten und Lager, durch und zwischen welchen das in Brunnen und Quellen sich sammelnde Wasser fließt, ist es nun selbst auch von verschiedenem Gehalte und verschiedener Reinigkeit. Die reinsten Quellwasser sind gewöhnlich die, welche auf ähnlichen Höhen entspringen, und nur wenig Schichten, die im Wasser auflösbare Theile enthalten, durchdrungen haben. Das gewöhnliche und gemeine Quell- und Brunnenwasser hat fast immer Gyps, rohen Kalk, durch Hilfe des kohlensauren Gas, und einige salzichte Theile aufgelöst. Wenn es solche Stoffe enthält, die ihm einen merkklichen Geschmack ertheilen, so nennt man dergleichen Quell- und Brunnenwasser mineralische Wasser (*aqua mineralis*), und insbesondere, wenn sie zum Arznegebrauche dienen können, Gesundbrunnen (*fontes medicati*). Nach dem verschiedenen und vorzüglichern Gehalte führen diese mineralischen Wasser besondere Namen. Sauerbrunnen (*acidulae*) heißen sie, wenn sie viel kohlensaures Gas, Stahlbrunnen, wenn sie Eisen durch kohlensaures Gas, vitriolische Wasser, wenn sie Eisen durch Schwefelsäure, Bitterwasser, wenn sie Bittersalz, Schwefelwasser, oder eigentlich hepatische Wasser, wenn sie Schwefelhydrogengas aufgelöst enthalten. Von den letztern glaubte man sonst aus einer unrichtig beurtheilten Erdbeben, daß sie Schwefel selbst aufgelöst enthielten. Manche Quellen enthalten so viel Kalk durch Hilfe des kohlensauren Gas oder Gyps aufgelöst, daß sie harte Gegenstände stark auflösen, und sonst beim Herabtröpfeln in Höhlen zu den Stalaktiten Gelegenheit geben. Doch kann die Kalkerde, die zu den Stalaktiten Gelegenheit giebt, auch dem Wasser bloß fein und innig beigemengt seyn.

Tafeln über den Gehalt der in unsern Zeiten untersuchten Mineralwasser, von Joh. Christ. Reuter. Erfurt 1790.

„M. L. Kötterer Systemat. Brunnens und Quellquellen der Mineralquellen 2. 19. fol. 1819.“



§. 1506. Es giebt auch heiße Quellen oder *Thermæ*, und die hepatischen Wässer sind gewöhnlich solche heiße Quellen (Schwefelbäder). Sie übermitteln der Atmosphäre an Wärme, und bey dem Aufsteigen erhält sich die Temperatur ziemlich gleichförmig. Licht, dießes Feuer und brennende Berge sind wohl zuweilen bey den wenigsten die Ursach ihrer Wärme; sondern es wohl mehr in der Vermischung der Kiese, und der Auflösung mehrerer Mineralien unter einander zu suchen, welche das Wasser wegriesel. Manche, den Kiesen beigemengt, oder neben ihnen befindliche Kalkerde, kann freylich machen, daß in einem solchen Wasser von ganzem Eisenkies kein Vitriol angetroffen wird, sondern Gyps. — Bey den sogenannten feuerfangenden Brunnen und Bächen hat gewiß in den mehreren Fällen brennender Sumpflust oder aufschäumendes Bergöl die davon erzeugten Erscheinungen veranlaßt.

§. 1507. Die Salzseen, die man hin und wieder antrifft, müssen billig zu den mineralischen Wässern gerechnet werden. Sie haben so wenig ihre Ursprung aus dem Meere, als andere Quellen des festen Landes, und erzeugen gewöhnlich das Meerwasser an Salzigkeit betrachten. Sie entstehen vielmehr, wenn das Quellwasser in und zwischen Lager und Schichten von Salzsteinen Steinsalz dringt, und so mehr oder weniger Salz an sich Gelegenheit hat. Außer dem Kochsalz enthalten sie noch Gyps und salzsaure Vitriol, oder Kalkerde.

### A t m o s p h ä r e.

§. 1508. Unsern Erdball umgibt die Atmosphäre (*atmosphæra terrestris*), als eine ausdehnfähige Flüssigkeit. Von ihrem Hauptbestandtheile, der atmosphärischen Luft, habe ich schon in vorhergehenden gehandelt; hier betrachten wir sie in Verbindung mit allen darin befindlichen feuerartigen Dingen. Die Atmosphäre ist gewissermaßen



Rähere Betrachtung unserer Erde und der Atmosphäre. 82

ese Magazin, worin alles, was flüchtig und expansibel, aufsteigt; und man sieht leicht ein, daß sie, bey der ungeheuren Menge von wässerigen und andern Dünsten, n Gasarten, organischen Stoffen u. dergl., die täglich in der Erde und ihren Bewohnern aufsteigt, bey der verschiedenen Wahlanziehung der Stoffe gegen einander, der Bindung und Entbindung der Wärme, und des elektrischen Zustands, das große chemische Laboratorium ist, worin die Natur ihre verschiedenen gewöhnlichen und ungewöhnlichen Meteore auszubilden.

§. 1509. Daß die Atmosphäre an Dichtigkeit abnimmt, je höher man in ihr hinaufsteigt, das habe ich oben bey der atmosphärischen Luftpumpe bewiesen. Wie dünne sie aber in den höchsten Gegenden seyn müsse, und wie groß überhaupt die Höhe der Atmosphäre sey, können wir nicht sicher bestimmen. Das Letztere würde leicht aus der ihr das Gleichgewicht haltenden Quecksilbersäule bestimmt werden können, wenn sie durchgehends einerley Dichtigkeit hätte.

§. 1510. Ungerachtet der großen Durchsichtigkeit der Atmosphäre weist sie doch einen beträchtlichen Theil des Lichts zurück. Vorzüglich gilt dieß vom blauen Lichte, und je blaue Farbe desselben ist eben daher zu seilen. Nebel und niedergeschlagene Dünste mindern die blaue Farbe des Himmels; und diese ist desto dunkeler, je reiner die Luft von jenen ist. V. Saussure hat deswegen durch Bestimmung der mehr oder weniger dunkeln Nuancen des Blauen mehrere oder mindere Reinigkeit der Atmosphäre von schwebigen Dünsten, vermittelst des Nivometers, anzuzeigen, und dasselbe auf eine sehr sinnreiche Art vergleichbar zu machen gesucht.

Vergleichung eines Nivometers, oder eines Nivometers zur Messung der Intensität der blauen Farbe des Himmels, von V. Saussure; im Journal der Physik, B. VI. S. 55 f.

§. 1511. Bey den mancherley abwechselnden Erscheinungen des festen Landes über die Mittagslichter kann das

Barometer an verschiedenen Orten nicht gleich hoch, sondern muß an höhern Orten niedriger, an niedrigeren Orten höher stehen. Da aber mancherley Ursachen den Stand des Barometers an einem und eben demselben Orte ändern, so kann man die mittlere Barometerhöhe zweier Orte nicht, wenigstens mit Wahrscheinlichkeit die Differenzen ihrer durchs Barometer zu messen.

§. 1512. Mit der Zus- und Abnahme der Ausdehnbarkeit der Atmosphäre muß auch das Barometer höher oder niedriger gehen; und da dieß an einerley Orte geschehen muß, müssen auch die Ursachen in der Atmosphäre wirken, die die ihre Ausdehnbarkeit ändern. Mit den Veränderungen der Ausdehnbarkeit der Atmosphäre ist gewöhnlich eine Veränderung der Witterung verknüpft; man kann aber desto ganz sicher als dem Fallen und Steigen des Barometers die erfolgende Wetterveränderung schließen.

§. 1513. Die Größe der Barometerveränderung nach der Lage eines Ortes sehr verschieden, zwischen den Wendekreisen kaum merklich, außerhalb derselben beträchtlich. Vermögte angestellter Beobachtungen sind die Barometerveränderungen für eine große Strecke Landes gleich, und auf dem platten Lande gleich groß. Allein bei beträchtlichen Unterschieden der Höhen sind sie den Höhen der Quecksilbersäule an diesen Orten nicht mehr proportionell, was eben den Höhenmessungen der Berge durchs Barometer ein kaum zu hebendes Hinderniß entgegensetzt.

Gaufure's Reisen durch die Alpen, Bd. IV. §. 1135.

„Ueber die Höhe atmosphärische Ebbe und Fluth; v. Humboldt in Gilbert's Ann. B. VI. S. 133. *Tableau des vents, qui ont été observés sur toute la surface du globe; avec des réflexions sur ces phénomènes*, par Romme, Paris 1806 — 1807. Vol. I — II. (Die vollständige Sammlung aller Berz. über die verschiedenen herrschenden Winde auf der Erde.) — Ueber mehrere Barometerstände der Berge in Grönland u. s. v. von der Kopenhagener Societät herausgegeben von den geologischen Ephemeriden, v. Humboldt o. a. D. und P. u. s. v. Beob. des Zeit. Gangs des Barometers in London, Paris u. s. v. von Fries; Gilbert's Ann. B. XII. S. 74.

§. 252. Die Ursachen der Barometerveränderungen sind bey weitem noch nicht so erforscht und ins Licht gesetzt, als man wohl denken sollte: Seit der Erfindung dieses Instruments hat man mehrere Hypothesen darüber gemacht, die de Luc vollständig gesammelt und geprüft hat. Er selbst gründete erst seine Erklärung auf den Satz, daß Dünste specifisch leichter sind, als Luft, und leitete daraus auf eine einfache Weise die Barometerveränderungen ab. Allein er hat jetzt diese Erklärung wieder aufgegeben: Man es bleibt daher noch immer unerklärlich, warum nicht jedes starke Fallen des Barometers mit Sturm oder Regen geknüpft ist, und warum unter dem Aequator die Barometerveränderungen überhaupt so unbedeutend sind, ungeachtet hier auch die Dünste abwechselnd aufsteigen und niedersteigen werden. Der Unterschied des specifischen Gewichtes der Dünste und der atmosphärischen Luft ist auch nicht so groß, daß dadurch ein beträchtliches Fallen des Quecksilbers hervorgerichtet werden könnte. Abwechslung der Wärme und Kälte in verschiedenen Luftschichten, Abänderung der Ausdehnbarkeit der Atmosphäre, besonders durch Dünste, und ihre Vernichtung, vielleicht Bildung der Luft aus Dünsten selbst, und ihre Vernichtung durch unbekannte Prozesse, und dann endlich die Winde, nicht verschiedenen, noch nicht erforschten, chemischen Affectionen der Luft in hohen Regionen, tragen ohne Zweifel zu dieser Barometerveränderung bey; aber eine bestimmte Ursache derselben läßt sich jetzt noch nicht angeben. Die Barometerveränderungen müßten regelmäßiger erfolgen, wenn nach der Voraussetzung einiger Naturforscher der Mond ihre erste und vornehmste Ursache wäre, dessen Einfluß, so wie den der Sonne, man aber doch nicht ganz leugnen kann.

De Luc Untersuchung über die Atmosphäre, Métn. I. Pap. 3. Abhandlungen neue Ideen über die Meteorologie. Bd. II. S. 200. *Causes & circonstances, &c. de la vera influenza degli atri, delle nebuli & mutazioni del tempo, seggio meteorologica di G. de Luc, in Padova 1790. pt. 4. Hemmet vom Einfluß der Sonne auf Barometer; im Journal der Physik, B. II. S. 284. „Vergl. die Ann. 224. 25. 5.*

Es ist anzunehmen, daß die Naturlehre nicht im Stande ist, alle Veränderungen im Luftheile eine richtig beschreiben zu können; oder der Bericht macht die Dunkelheit mehr als weniger. Die unauflösbare Mischung von den Kometenstrahlen hat nicht wenig beigetragen in der Ausdehnbarkeit der Luft, da man weiß, daß die Luftmasse, die sich in einer bestimmten Zeit ausbreitet. Von dem ungenügenden Nachschub der Erdbewohner im Luftheile, man sieht, daß diese Quantität nicht sehr constant ist, und daß der heissen Zone sind diese Erhebungen sehr bedenklich. Wenn man die Barometerstand. Je weiter man gehen die Luft ist, desto mehr wird der Druck der Erdbewohner, daher auch der Barometer. Die Ursachen der Erhebungen sind aber mannigfaltig. Zu nennen sind: die Wärme der Sonne; die anziehende Kraft der localen Vermehrungen und Verminderungen der Luftmasse und die Prozesse. Die letztern sind gänzlich so zufällig, daß man nicht wundern dürfen, so wenig Regelmäßigkeit in den Veränderungen mehrzunehmen.

§. 1515. Wenn in beträchtlichen Schichten andern der Atmosphäre ihre Ausdehnbarkeit durch Erweichung oder durch Bildung von Dämpfen vermehrt, oder auf andern Seiten diese Ausdehnbarkeit durch Kälte, Verdichtung des expansiblen Zustandes der Dünste, und auch der Luft selbst, vermindert wird, so kann kein Vergleich zwischen diesen und den benachbarten Schichten Statt finden. Die ausdehnbarer gewordenen muß sich dahin bewegen, wo mehr ausdehnbar ist; es muß sich notwendig eine Ortsveränderung der Luftmassen zur Folge haben, die wir Wind nennen.

„Vergl. d. Anm. 10 §. 1513.“

27

§. 1516. In Aufsehung der Richtung, welche die Winde haben, nennt man sie nach der Weltgegend, woher sie blasen; und die Schiffer theilen sie daher in 32 Theile ein, von denen der Nord-, Süd-, Ost-, und Westwind die Hauptwinde (*venti principales*), die dazwischen gerichteten aber Nebenwinde (*venti secundarii*) heißen.

§. 1517. In den heißen Gegenden herrsche ein Meer zwischen den Wendekreisen ein beständiger Ostwind; und zwar ist derselbe in dem nördlichen Theile der heißen Zone nordöstlich, in der südlichen südöstlich. Zwischen 10° nördlicher und südlicher Breite ist er beinahe 30°

ich. - Doch ändert sich die Richtung des beständigen Windes periodisch ein wenig ab, nach dem Stande der Sonne. Auf dem festen Lande dieses Erdstriches ist er so regelmäß'g, sondern wird hier, wie überhaupt, durch die Lage der Gebirge, Thäler und Klippen, und selbst die Klüften, mehr oder weniger abgeduldet. Die regnigte und die trockne Jahreszeit bringen auch einige Abweichungen zuwege. Die Entstehung dieser Winde hat man in der successiven Erwärmung der Luft durch die fast senkrechten Sonnenstrahlen von Osten her und in den Dünsten des Meeres gesucht, wodurch sich denn die erwärmte Luft nach den noch nicht so erwärmten und nicht so elastischen Theilen nach Westen hin ergieße. Lube macht aber gegen die Erklärung dieser Winde aus der Erwärmung der Luft durch die Sonne sehr gegründete Einwürfe. Er selbst setzt die wahre Ursach in die Umdrehung der Erde um ihre Achse, welche auch De Luc mit zu den Ursachen dieses allgemeinen Windes zählt.

Lube über die Naturk. d. Erde, Kap. 57. 58. De Luc neue Ideen über die Meteorologie, Tb. II. S. 240 ff.

Es ist wunderbar, daß man über diese Naturerscheinungen so urtheilt, als müßten sie wohl vordem nur von einer einzigen Ursache kommen. Zur Erklärung der indischen Winde werden offenbar mehrere Kräfte vereint: namentlich die Sonnenwärme, der Zug des Mondes, und die Umdrehung der Erde, aber die erste Ursach ist gewislich die wichtigste.

Vergl. die Ann. zu J. 1500.

22.

J. 1518. In dem indischen Meere wehen die Musson oder Passatwinde gewisse Monate nach Einer Richtung, die andern Monate darauf nach einer entgegengekehrten. Ihre Ursachen setzt Lube sinnreich und wahrscheinlich hin, daß die weit ausgedehnten, zum Theil hohen und ergrünten Länder, welche nördlich von den Meerbusen liegen, wo diese Winde wehen, im Winter weit stärker erkälte werden, als die angrenzenden Meere, und daß die Luft daher von ihnen mehrentheils mit einer ansehnlichen Schwere gegen die Linie zufließen muß. Im Sommer hingegen werden jene Länder stärker erwärmt, und die Hitze

verbreitet sich nach und nach durch die Luft der andern  
den Meere nach Süden zu: dadurch wird der nördliche  
immer schwächer, er hört gänzlich auf, und wölft  
die Luft an, von der Linie gegen Norden zu fließen.  
Umdrehung der Erde um die Achse macht diesen Wechsel  
westlich.

Gabe o. a. O. Kap. 61.

§. 1519. In den heißen Zonen sind an dem Fie-  
die Lande und Seewinde, eine andere Art von perio-  
dischen Winden, wovon jene bei Nacht nach der See  
diese bei Tage von der See landwärts wehen. Die  
hervorbringende Abkühlung der Luft und dadurch bewirkte Zerkleinerung  
Dünste auf dem festen Lande bei Nacht, und die starke  
Verdünnung der Luft bei Tage auf demselben, ist  
wohl Schuld.

§. 1520. In den gemäßigten und kalten Zonen  
sind unbeständige Winde, die unregelmäßig bald  
dieser Richtung, bald nach einer andern wehen. Zu-  
sach der Winde, überhaupt genommen, ist außer der an-  
gezeigten Erwidmung und Störung des Gleichgewichts  
Luft durch die Sonnenstrahlen noch in der Umdrehung  
Erde um ihre Achse, in Dünsten, die bei ihrem Aufsteigen  
die Luft verdrängen und das Gleichgewicht heben, und  
der Veränderung der Ausdehnbarkeit der Luft durch  
andere Ursachen, Bildung und Vernichtung von Dünsten und  
Luft selbst, zu suchen. Außerhalb der Wendekreise  
miniren die letztern Ursachen wohl nicht, als die ersten,  
aber es läßt sich darüber nichts gewisses und bestimmtes  
sagen, da uns diese Ursachen zum Theil selbst noch  
unbekannt sind. Oft können es Localursachen seyn, die  
Gleichgewicht der Luft heben. Die Lage und Beschaffenheit  
der Gebirge eines Landes ändert die Richtung eines  
Windes sehr ab.

Von den Ursachen der bestehenden Windstille ist schon oben  
der regelmäßigen Winde §. 1517 Abb. über die Ursache der  
unregelmäßigen Winde im Journ. des Phys. T. VII. S. 23 f.



§. 1521. Die Gegenden, aus welchen der Wind bläst, sind zum Theil mehrtheils, jeins Trocknis oder Feuchtigkeits, Wärme oder Kälte, aber nicht immer im Vergleich. Die West- und Nordwestwinde sind bey uns gewöhnlich sehr feucht, die Nord- und Ostwinde hingegen trocken und kalt.

Es sind vielen des Windes der heißen Länder die der Garmann auf der westl. der Küste von Afrika, der Sirocco in Afrika, der Sirocco in Italien; der Sirocco in Kleinasien bis nach Persien; der Sirocco in Ägypten. Es können eben sowohl die besondere Eigenschaften, die er besitzt, als den Vegetaten zu erhalten, auf denen und über welche sie herkommen.

Saunders Bericht im Magaz. neuer Reisebesch. S. IV. C. 4-6. John J. Rogers, P. I. C. 46. Seite 2. a. d. C. 350 ff.

§. 1522. Die Geschwindigkeit oder Stärke des Winde ist außerordentlich verschieden. Die beständigen Winde (§§. 1517 — 1519) wehen sehr gleichförmig und gelinde, und ihre Geschwindigkeit beträgt mehrtheils 10 bis 16 Fuß in einer Secunde. Ein solcher Wind heißt ein sanfter und mäßiger Wind. Die unbeständigen Winde außer den Wendekreisen sind meistens geschwinder, und führen dann auch verschiedene Namen: ein starker Wind, der 24 Fuß; ein harter Wind, der bis 35 Fuß in einer Secunde durchläuft. Von 40 bis 50 Fuß Geschwindigkeit ist er schon ein mittelstärkter Sturm, zwischen 50 und 60 Fuß ein starker Sturm, und von 60 Fuß und darüber ein Orkan. Die westindischen Orkane sind besonders fürchterlich in ihren Wirkungen. Daß in den obern Regionen der Atmosphäre Winde nach einer andern, oft entgegen gesetzten Richtung fortstreichen, als der an der Erde hat, zeigen die Wolken.

„Theorie und Gebrauch des Barometers den Luftdruck oder einer zur Bestimmung der Höhe, die Geschwindigkeit der Winde und der Temperatur der Luft zu beobachten, von N. Wolff. in, Magaz. 1774. 4. T. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.“

§. 1523. Außer diesen sogenannten luftigen Meteoron haben wir hier noch die wässerigen Meteoron oder Luftschweimungen zu betrachten, zu welchen das in der



Luft aufgestiegene Wasser Unlös giebt, woben ich mich das beziehe, was ich von den Dünsten oben (S. 375 folgende) angeführt habe.

§. 1524. Mehr als zwei Drittel der Oberfläche freier Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt; kein Wunder, daß durch Beihilfe der Wärme dieses Wasser beständig Dampf in der Atmosphäre aufsteigt. Dieß und die Austrocknung der feuchten Erde, der Pflanzen und der Thiere unzählbaren Schaaeren, macht, daß die Atmosphäre mit Feuchtigkeit frei ist, und deswegen eigene Erscheinungen liefert. Wenn zur Sommerzeit die Luft am Tage durch Hülfe der Wärme eine beträchtliche Menge Wasser in expansibelen Zustande enthält, und zur Nachtzeit sich Temperatur ändert und die Luft kühler wird: so kann die vorige Menge Feuchtigkeit wegen verminderter Temperatur nicht mehr expansibel bleiben, und es wird Wasser in concreter Gestalt als Thau abgeschieden. Thau ist also nicht sowohl Dampf der Pflanzen, als vielmehr atmosphärisches Wasser, das sich auch an andern Orten, als an Pflanzen, anlegt, und zwar um desto leichter diese erkalteten. Es erhellt auch daraus, daß Pflanzen verhauen, die mit Gloden bedeckt waren, nehmlich unter der Glode ebenfalls bey der Abkühlung viel Wasserdunst zerseht und eben so viel Wasser mitgeschlagen werden muß, als bey dieser Temperatur nicht expansibel bleiben kann; so warum in einer leeren zugedehnten Boucille Thau entstehen kann. Es hat mit dem Thau eine ganz ähnliche Beschaffenheit, wie mit dem Reif der Fenster im Winter. Wenn die Abkühlung nicht factum erfolgt, oder das Maximum der Verdunstung darin nicht Statt fand, so wird auch weniger oder gar kein Wasserdampf darin zerseht; und das Erstere ist der Grund, warum es oft in Städten nicht thaut, indes man Thau auf dem Lande findet. Allerdings können auch bey andern Arten der Ausdünstung Statt finden.

§. 1525. Wenn die Luft bis zum Gefrierpunkte erkaltet, so gefriert auch das aus dem Dunste sich niederschlagende Wasser, und bildet alsdann auf den Körpern, wenn sie auch hinlänglich genug erkaltet sind, den Reif (prui-), der also ein gefrorener Thau ist. Das Gefrieren der Flüsse zur Winterszeit, und das uneigentlich sogenannte Aufschlagen der Rälte an den Gebäuden und kalten Körpern beim Anfange des Thauwetters, hat einen ganz ähnlichen Grund.

§. 1526. Nebel ist Wasser, das aus dem Dunste hergeschlagen worden, und wegen seiner höchst feinen Zertheilung und durch Cohäsion in der Luft schwimmend erhalten wird. Er entsteht aus der Zertheilung des Dunstes durch Vermehrung des Drucks der Atmosphäre oder Verminderung ihrer Temperatur, wobei freylich ein bestimmter Grad Verdunstung darin vorausgesetzt wird. Treten die Theilchen dieses Nebels durch schnelle Anhäufung bey fortwährender Ursach, oder durch Winde, näher zusammen, so regt er in tropfbare Gestalt, in Thau oder Regen über, und man sagt, der Nebel fällt. Wird die Luft durch Sonnenstrahlen erwärmt, so verwandelt sich der Nebel von neuem wieder in expansible, durchsichtige Flüssigkeit, und man sagt alsdann, der Nebel steigt. Auf das erste folgt gewöhnlich ein heiterer Tag, auf dieses ein trüb-liches; und die Ursach ist nicht schwer einzusehen. Daß ein Nebel durch den Stoß der Sonnenstrahlen auf die Dünste der Luft entstehe, konnte man sonst wohl behaupten, da die Natur der Dünste noch nicht besser kannte. Aus angeführten Entstehungsart des Nebels läßt sich erklären, warum im Herbste und Frühlinge die Nebel am gewöhnlichsten sind; warum sie besonders des Morgens und Abends gesehen werden; warum Dörfer an der See dem Nebel mehr ausgesetzt sind, als andere; warum bey starkem Wasserstillen beständig Nebel wahrgenommen werden. Sichtbarwerden unsere Hauches im Winter hat er

nerley Grund mit der Entstehung des Nebels, und die Lauf eines kalten Spiegels durch denselben unter der Leitung des Thauens.

„Nicht de Linc's und Parrot's Theorien des atmosph. Nebels: L. Gilbert's Anal. Jahrgang 1792 S. 66. 1793 Jahrg. 1792. S. 66.“

§. 1527. Außer dem Wasser können allerdings andere Dinge zu expansibeln Flüssigkeiten, oder ja zu und durch Entziehung ihres festsitzenden Äthers zu niedergeschlagen werden; und dieß ist der Grund, warum mancher Nebel einen eigenen Geruch hat. Der im Jahr 1783 geschehene so merkwürdige Landrauch, Strohrauch, oder Höhenrauch, hatte gewiß auch in sich fremdartigen, in der Luft in Dünstgestalt befindlichen, seinen Grund, über deren Natur sich aber wegen subtilen Beschaffenheit nichts Verlässliches bestimmen ließ.

§. 1528. Wolken sind nichts anderes, als die in höhern Gegenden der Luft schwimmenden, mit Wasserdünsten beladenen Luft der obern Gegenden irgend einer Urfach, z. B. durch kalte Winde, der spezifische Wärmestoff entzogen, so kann auch plötzlich auf einmal der Himmel mit Wolken überzogen werden; so können auch, umgekehrt, Wolken nach und nach verschwinden, und endlich ganz verschwinden, wenn durch die Dünstbildung, die Wärme, zunimmt. Die Dichtigkeit erhalten die Wolken von ihrer großen Höhe Entfernung von der Erde ist aber sehr verschieden, wie auch der Augenschein lehrt. Da das Wasser, sei es als expansible Flüssigkeit in der Luft enthalten ist, auf's Hygrometer wirkt, so läßt es sich sehr gut erklären, wie in einer sehr hygrometer trocknen Luft hoher Stellen doch plötzlich Wolken entstehen können, die jetzt auf's Hygrometer abwirken.

„Nicht von Howard'schen Versuch über Naturgeschichte des Regen, von Ad. Wüster, Gilbert's Anal. B. LV. S. 102 f. f.“



zum Schnee, freywerdende Wärme muß frey auf die Atmosphäre wirken, und ihr eine größerbare Wärme mittheilen, durch welche nun die Luft wieder von neuem zu sinkt, wenn sie an diese unbekannte Ursachen wieder latente wird. Die freywerdenden Wärme ist wohl die Ursach zu sagen, das Wetter kurz vor dem Schnee im Winter etwas her wird. Der gemeine Mann verwechset diese Ursache, wenn er sagt: es kann vor kalte nicht sein. Daß nemlich vor dem Schnees die Atmosphäre etwas mer wad, ist Wirkung, nicht Ursach des Schnees.

§ 1532. Der Hagel (grando) entsteht eben dem Regen, und ist nicht, wie Einige glauben, ein menggetriebener und unter einander gerollter Schnee, nemlich dem Regen bey seiner Entstehung oder bey seines Herabfallens durch irgend eine Ursach plötzlich in ein tropfbaren Zustande zukommende Wärmestoffe, so gesiebt er und gefeuert; und weil die Theile kurzer Zeit haben, sich in regelmäßige kugelförmige Pagen zu heben und zusammenzutreten, so kommt es auch, daß er die Gestalt von unfeinm Korn Erbsen hat. Die schnelle Erziehung des Wärmestoffes und dem Zerschmelzen der Regentropfen durch Winde rührt die Größe des Hagels her. Es ist sehr ziemlich wahr, daß die Elektrizität bey der Entstehung des Hagels wirkt. Ob sie aber Ursach oder Wirkung davon sey, das ist mir noch nicht so ganz ausgemacht. Ich bin sehr geneigt zu glauben, daß die schweren Donnerwetter, die den Hagel begleiten, ihre Entstehung nur in dem bey uns sehten geschiedenen Wärmestoffe haben. Daß es im Winter leicht hagelt, hat ohne Zweifel seinen Grund in der der Atmosphäre, die nicht zuläßt, daß der Nebel der sehten Dünne erst zum tropfbaren Wasser zurückkehrt, denn sogleich zum Gefrieren gebracht wird, und als Schnee wird. Diese Gewitterwolken können dadurch,

Sonnenstrahlen abhalten, ebenfalls zur Erhaltung der ihnen befindlichen Luftschichten Kälte geben, durch eben zur Entziehung des nöthigen Wärmestoffes des Regens beitragen. Sollte nicht vielleicht auch Mitternacht, die nothwendig mit Erhaltung verknüpft ist, und die vielleicht durch Electricität und heisse Strahlen hervorgerufen wird, an der Entstehung des Regens Theil haben? Sollte in dem Mangel der Wärme auch der Tag und Regen, warum es zur Nacht wird?

Dolla's und Conspicua's beider arbeitsame Bemerkungen; Gila  
Ana B. I. L. S. 51 ff. S. 57 ff. Über den Schreier  
er zu den Tieren; ebendaf B. I. L. S. 109. Weiter Bildung  
hingesehen; Juddier ebendaf S. 101 ff. Ac."

1533. Die absolute Menge des in einer bestimmten Zeit, z. B. in einem Jahre, aus der Luft sich abscheidend und auf die Erdoberfläche fallenden Wassers hat man Regenmesser (Ombrometer oder Pluviometer) zu messen gesucht. Allein es ist binnaher unmöglich, es zu finden, da ein großer Theil, der als Thau auf Gräsern niederfällt, oft eben so schnell wieder davon verdunstet, und die Verdunstung überhaupt beim Abfließen des Wassers nicht ganz verhindert werden kann. Nach Mittelzahl schätzt man gewöhnlich das als Regen, Hagel u. s. w. in unsern Gegenden binnen einem Jahr aus der Atmosphäre niederfallende Wasser auf 30 Zoll; oder es würde dieß Wasser die Oberfläche des Landes 30 Zoll hoch bedecken, wenn nichts davon abflöste oder sich sonst einsaugte. Die Lage eines Landes, Klima, Waldungen und Gebirge ändern diese Menge sehr mannigfaltig ab. — Eben so schwer ist es, die Verdunstung des Wassers durch Thermometer (Aerometer) zu messen, da hierbei die Luft vorzüglich wirksam ist, nicht an allen Orten gleich stark darauf auflösend

Bibl. o. instrumentorum in Societate meteorologica palat.  
n. 704 Germanus methodus verborum et rerum, N  
p. Trochilobrochodactyl. J. Grev. und Annab. 1795. S.  
mündlich, die Aufl. 683



§. 1534. Die Tromben und Wasserheben, oder sich eine Wassersäule von einer Welle bis ins Meer oder umgekehrt, erhebt, die mit rasender Gewalt in der Runde herumgedreht wird, so daß eine dinstreue Raum durch die Reibkraft in ihr zu entstehen bey ihrem Fortgange zerstörende und fürchterliche Folgen hervorbringt, wobei das Wasser kocht und die Luft schwefelicht riecht, und sich auch Blitz und Donner zeigt, können unmöglich noch bloß mechanisch gesehen erklärt werden. Gewiß haben hier mehrere feuerige Stoffe und Gasarten und vorzüglich die Elektricität, jedoch kennen wir jene Gase und Einzellösungen noch zu wenig, um eine genügende Theorie der Tromben und ähnlichen Erscheinungen geben zu können. Man beobachtet, daß vor der Entstehung der Tromben das Wetter, das sonst zwischen den Wendekreisen, wo sonst keine Erscheinung vorzüglich Statt findet, nur unmerkliche Veränderungen erleidet, sehr ansehnlich tief herabzufallen fängt.

Wagner verfaßte seiner Reisebeschreibungen, B. VIII. C. 10.

„Daß Wackelnde, Windheulen, und Tromben „Wetter“ erzeugen Orte, und Oefene „Kurtgewitter“ von „Wetterbildung“ sind, machen unsere Beobachtungen sehr deutlich; vergl. Luke Howard im Philoz. Ann. B. LVII. C. 10. Leplat ebendaf. B. LVIII. C. 207.

§. 1535. Eine der schönsten, aber auch der furchtlichsten Erscheinungen in der Natur ist das Gewitter oder Donnerwetter. Schon im J. 1746 behauptete Waller eine vollkommene und wesentliche Gleichheit zwischen den Wirkungen der Elektricität und denen des Gewitters, der einziger Unterschied bloß in dem Grade der Stärke lag, und bald nachher that es Franklin (1747) noch überzeugender dar, daß der Blitz ein starker elektrischer Schlag, und die Gewittermaterie mit der elektrischen einverleibt sey. Die Erscheinungen des Blitzes lassen sich auch sammt und anders im Kleinen mit der Elektricitätsmaschine nachahmen. Im Blitz geht, wie der elektrische Funke, in geschlingelten



ren durch die Luft, trifft hohe und hervorragende Gegenstände am leichtesten, entzündet brennbare Stoffe, tödtet Menschen und Thiere, zerschmettert oder durchlöchert feste Körper, zumal wenn sie keine oder unvollkommene elektrische Leiter sind, folgt allemal den besten Leitern, den Menschen, am liebsten, schmelzt Metalle augenblicklich u. s. w. Was endlich diese Meinung außer allen Zweifel setzt, ist, daß man die Elektricität der Gewitterwolken sogar ableiten, in einem isolirten Leiter auführen, und dann die elektrischen Erscheinungen daran wahrnehmen kann.

Diese Naturwissenschaft des großen Franklin wurde zuerst 1752 von Voltaire in Paris in Wille und Delor zu Paris durch Versuche bestätigt; und Franklin selbst überzugte sich in diesem Jahre, ohne von jenen Versuchen etwas zu wissen, durch den elektrischen Drachen und durch ein elektrisches Gitternetz an einer auf seinem Hause zu Philadelphia aufgerichteten isolirten eisernen Stange von der Elektricität der Gewitterwolken. In Romas zu Venedig und Vercelli zu Carin bestätigten diese Theorie noch mehr durch Versuche. Niemand zweifelte endlich mehr daran, nachdem der verdiente Professor Richmann in Petersburg unglücklicherweise am 6. August 1753 durch den Ausbruch eines starken elektrischen Funkens oder Blitzes, der aus einer Gewitterwolke in einen isolirten Metallstrich geleitet war, getödtet wurde.

Wirkliche Abhandl. von der Stärke der elektrischen Kraft des Wassers in allen seinen Umständen, heraus 1766 8. Franklin's Brief über die Elektricität, von Wille, S. 10 f. S. 70 f. Priestley's Geschichte der Elektricität, aus dem Engl. übersetzt von Künig, 1779. 8c. 4. Memoire, ou après avoir donné un moyen sûr pour s'élever fort haut et à peu de frais en corps électrisable etc. — par M. de Romas, in den Mém. présent. P. II. S. 303 ff. Sur une lettre de M. de l'electricité, Roma 1758 4. Relation sur la mort de Richmann, in des Histoires de l'acad. roy. des sc. de Paris, année 1753. à Paris 1757.

§ 1536. Durch Versuche mit dem elektrischen Drachen, dem Condensator, dem Elektricitätsammeler, und andern feinem Elektrometern, wissen wir jetzt, daß in der Atmosphäre stets Elektricität wirksam ist. W. Saussure hat darüber insbesondere sehr viele Beobachtungen, und war in verschiedenen Höhen, angestellt. Er fand, daß die Intensität dieser Luftelektricität veränderlich ist, nach der relativen Höhe eines Ortes; daß sie sich an den höchsten und isolirtesten Orten am stärksten zeigt; daß sie an einem

und demselben Orte sehr großen Veränderungen unterworfen ist; daß besonders Nebel mit einer sehr beträchtlichen Electricität begleitet sind, außer, wenn sie sich auflösen; daß die Electricität der ganz heistern Luft von der Stunde an, da der Thau sein Maximum erreicht, bis zum Aufgange der Sonne am stärksten ist, wo dann ihre Stärke wieder zunimmt, und sich auflöst, so, immer aber vor Mittag, bis zu einem höchsten Punkte gelangt, nachher aber wieder schwächer werden scheint, bis sie sich bey den Hitze des Tages sam erholt und zuweilen an starkem wird, um dann wiederum bis tief in die Nacht hinein wieder abnimmt. Electricität der heißen Luft fand v. Sarsville ununterbrochen, sowohl im Sommer, als im Winter, bey Tag und bey Nacht, an der Sonne und im Thau; und bestätigte Volta's Behauptung, daß die atmosphärische Electricität ihrer eigentlichen Natur nach positiv sey, und hiermit, die man bey gewissen Regnen und zumal in Donnerwettern negativ gefunden, nur von den Wolken komme.

Volta's Reisen durch die Stern, 7b III. Kap. 24. *Electricitäts Journal*, besonders in F. drückt auf die atmosph. Electricität, von J. Klad; aus den *Philos. transact.* London der Phil. D. 1781 S. 94. ff.

„A. Volta in Gilbert's Ann. N. LXXVII. S. 211 f.

§. 1537. Aus dieser Electricität der Atmosphäre lete man nun die Entstehung der Gewitter bloß ab, so ab, daß man annahm, sie theile sich den Wolken isolirten und mit Luft umgebenen Leitern, mit, und sich in ihnen an. Werde ihnen nun eine andere elektrische Wolke zugezogen, so habe dieß den Ausbruch großen elektrischen Funkens oder des Blitzes zur Folge. Es könne aber auch in zwei über einander oder neben der stehenden Wolken entgegengesetzte Electricitäten Vertheilung entstehen, und bey ihrer Annäherung ein desto stärkerer Blitz hervorbrechen. Endlich sey die einfache Electricität einer Donnerwolke in ihr

anhäufen, daß sich ihr Wirkungsbereich bis zur Erdoberfläche erstreckt, die dann die entgegengesetzte Elektricität annimmt, wobei zuletzt bei sehr starker Anhäufung der Elektricität, bei genügsamer Annäherung der Wolke, der Blitz die getrennten Luftschichten dazwischen durchbricht, und im Zickzack herabfährt. Das Blitzen der Gewitterwolke dauert so lange, bis entweder das Gleichgewicht der Elektricitäten hergestellt, oder die Wolke selbst als Regen herabgefallen ist. So sah man also die Donnerwolken als isolirte und elektrisirte Conductoren an, und leitete daraus die Erscheinungen des Gewitters ab. Aber so sehr man auch hier im Besitze der Ursach zu seyn glaubte, so hat doch De Luc dagegen Gründe vorgebracht, welche diese Erklärung völlig über den Haufen werfen. Erstlich bilden die Wolken zur Zeit des Gewitters oft ein Continuum am ganzen sichtbaren Horizonte: wie wäre es also möglich, daß in diesen zusammenhängenden oder sich berührenden Leitern die Elektricität, wie sich sogleich durch die ganze Masse ins Gleichgewicht zu setzen, örtlich angehauft seyn könnte? Zweitens kann man sich fragen: wie es möglich, daß, sobald die Gewitterwolken zu regnen anfangen, durch den Regen, der sie als Leiter mit der Erde in leitende Verbindung setzt, die Wolke nicht sogleich entladen wird, da doch das Gewitter 10, 15 Minuten noch anhaltend fortdauert? Endlich beobachtete De Luc Gewitter in hohen Thälern der Alpen, ungeachtet die Wolken rund herum die Gipfel der das Thal begrenzenden Berge berührten, und also damit in leitender Verbindung stünden. Die Gewitterwolken können also keine geladenen Inductoren seyn. De Luc nannte selbst dagegen an, daß es beim Augenblicke des Ausbruchs des Blitzes de' elektrisches Fluidum aus seinen Ingredienzen plötzlich in großer Menge auf eine Art gehäufet werde, die wir erst noch zu forschen haben, ehe wir im Besitze der Kenntniß der Ursachen der Erscheinungen des Gewitters zu seyn glauben dürfen. Wenn übrigens die elektrische Flüssigkeit nach Volta aus dem Boden in die Atmosphäre durch Verdunstung

überginze, und ihre Rückkehr zum Boden Stande, wenn sich die Dünste wieder in Wasser verwandelte, müßte es immer bey allen starken und plötzlichen Regengüssen Donnerwetter geben, was doch nicht ist.

Erbauender Brief von de Lac ou de la Metherie, überl. in J. der Phys. B. IV. S. 254. f. 15 u. f.

„Volta a. a. O. Die Entstehung der Wolkengebirge und zum Theil von der Electricitätsvertheilung durch Vertheilung der Leiter, d. i. von galvanischen Verbindungen abhängig zu seyn.“

§. 1538. Der Blitz, oder der Ausbruch des feinsten elektrischen Funken der Donnerwolken, würde eigentlich wohl als ein Feuerballen erscheinen; allein sein Ausbruch durch die Luft, als einen sehr unvollkommenen, giebt ihm die Gestalt eines geschlängelten Strahles. Die und hervorragende Körper sind natürlicherweise dem Blitz vorzüglich ausgesetzt. Das Ziel desselben ist aber feuchte Erde oder das Wasser, wo seine Wirkung wegen ihrer leitenden Kraft nun aufhört. Der Blitz trifft aber nicht immer die Erde.

§. 1539. Der Blitz folgt den besten Leitern der Electricität, und diese sind vorzüglich die Metalle, und die Feuchtigkeith. Dünne Metallplättchen und Drähte werden davon auch wohl geschmolzen, größere durchplöchert. Am stärksten wirkt diese Wirkung auf Metalle besonders, wenn sie schlechte Leiter einschließen sind, ohne diese gerade zu zünden, wenn es verbräunliche Körper waren. Er tötet Menschen und Thiere, aber gewiß wohl öfter durch Unterbrechung der Respiration, Asphyxie, Entzündung der Luftröhre, und durch Erschütterung des Gehirns, als durch wirkliche Beschädigung. Man hat freylich Versuche Brandstücken an den Leichnamen der vom Blitze Getödteten, und von Verletzung derselben; aber ganz ungewiß sind die Erzählungen von Zerschmetterung der Knochen. Viele der vom Blitze getödteten wurden doch bey der gehörigen Anwendung von gehörigen Hülfsmitteln wieder zu Leben gebracht werden können. Nichtleitende oder schlechte

rende Körper zerschmettere und zerbricht der Blitz, und zwingt von ihnen zu den besser leitenden über. Die Gewalt selbst ist dabei oft ausnehmend groß. Die Unterbrechung der Leitungen des Blitzes ist mit einer Explosion verknüpft, deren Stärke von dem Umfange des nichtleitenden Körpers, oder des Blitzes selbst abhängt. Auch wenn die Leiter zu klein sind, und zu wenig Fläche haben, explodirt der Blitz. Von den Explosionen des Blitzes entsteht eben die Entzündung entzündlicher Substanzen. Daß das durch den Blitz hervorgebrachte Feuer an sich schwerer zu löschen sey, als gemeines Feuer, ist Thatsache.

§. 1540. Der Donner ist der Knall, der mit dem Ausbruche des Blitzes verkunden ist. Er rührt, wie der geringere Knall des elektrischen Funkens, von der Erschütterung der Luft her, die als eine schlechtleitende Substanz eine Explosion des Blitzes veranlaßt. Aber das Rollen des Donners ist ein Phänomen, von welchem de Luc gezeigt hat, daß auch hier die bisherigen Erklärungen ganz und gar unzureichend sind.

De Luc a. a. O. S. 15.

§. 1541. Das Läuten der Glocken und das Abfeuern des Geschützes sind unzulängliche Mittel, um einen Ort gegen die Wirkung des Blitzes zu sichern. Auf dem freyen Felde sind Bäume, in den Zimmern Bedeckungen mit leitenden Substanzen nicht allein zweifelhaft, sondern oft gefährliche Sicherungsmittel. In die Keller dringt der Blitz freilich selten; aber der Aufensatz daria ist wegen anderer Ursachen beim Gewitter gefährlich. In Gebäuden ist es am besten, sich in den untersten Zimmern, die geräumig und hoch genug sind, in der Entfernung von den Wänden und dem Ofen, am besten auf Matten stehend, oder auf Stühlen sitzend, aufzuhalten, und sich von sehr leitenden Substanzen zu entledigen. Es ist irrig, wann man glaubt, daß ein Aufzug den Blitz herbeilocken könne. Auf

dem Felde ist es am sichersten, sich in einer Entfernung von zwanzig Fuß von einem Baume und fern von Gebäuden aufzuhalten, und sich lieber niederzuliegen, als zu stehen oder zu sitzen. Will man zu Pferde, so ist es sicherer zu sitzen, und nicht zu nahe beim Pferde zu bleiben.

J. A. G. Reimers vom Fische, Hamb. 1774. 2. Bd. 1. Pkt. Buch von der Sicherheit wider die Donnerstrahlen, und Buchs 1774. 8. Thiers über die beste Einrichtung von den eueren Geschützen, München und Bamberg 1774. 8. Pkt. 1. Bd. von den neuen 4. ommerweitem, Buchs 1774. 1775. 8.

§ 1542. Das beste und sicherste Mittel ab Gebäude vor den Wirkungen des Blitzes zu sichern, die Gewitterableiter, Zugableiter, eine Erfindung von Franklin, durch welche allein er sich schon um das Vaterland verdienstlich gemacht hat. Theorie gründet sich darauf, daß eine ununterbrochene leitende Leitung von hinlänglicher Dicke die elektrischen Wirkung des Blitzes ohne Beschädigung anderer Körper der Erde derselben abführt. Wenn nun diese Leitung in die Erde oder ins Wasser geführt ist, so folgt der Blitz, wenn er so einschlägt, ganz gewiß dem Metalle, und nicht der Erde, ohne das Gebäude zu beschädigen. Die Einrichtung einer solchen Ableitung müßte also dergestalt beschaffen seyn, daß sie dem Anfall des Blitzes eher, als der Erde des Gebäudes ausgesetzt, folglich über dieselbe hervorragend, daß sie ununterbrochen, und endlich in die Erde, oder besser in fließendes Wasser oder in einen Brunnen fortgeführt wäre. Durch einen solchen Vorwand würde zwar nicht das Einfallen des Blitzes, aber das Beschädigen des Gebäudes sicher verhütet werden.

Reimers aus dem Fische, und dergleichen Verfassern haben eine Probe gemacht an einem Gebäude. Hamburg 1774. 1. Th. und andere Methoden der den Gebäuden zu sichern, durch Ableitung in den Fischen, von J. J. von Buchs 1774. 8. Reimers, Ableiter an allen Wänden, Gebäude auf die sicherste Art anzulegen, von J. J. Gammert, Hamb. 1775. 8.

„Sorgfältige Elemente der Elektricität und der Elektrochemie von L. A. C. E. 1775.“



§. 1543. Da die metallischen Spitzen das Vermögen besitzen, die Elektricität in beträchtlicher Entfernung, und allmählig, einzufangen, so ging Franklin in seinem Vorschlage noch weiter, durch einen so gehörig eingerichteten zugespitzten Ableiter nicht allein die Gewitterwasser auf einem unschädlichen Wege zu leiten, sondern auch die Wolke selbst in ihren Wirkungen zu entkräften und den Schlag zu verhüten. Man könnte einen solchen Blitzableiter einen offenkessigen nennen, im Gegensatz des vorhin erwähnten des feinsten, nur dem er übeligens in seiner ganzen übrigen Einrichtung übereinstimmt, und dessen Dienste er ebenfalls im ereignenden Falle verrichtet. Da indessen die Gewitterwolken vor dem Ausbruche des Blitzes nicht mit Elektricität, nach Art isolirter Conductoren, geladen sind (§. 1537.): so sieht man leicht, daß es keine offensiven Blitzableiter geben kann. Sie können alle nur defensiv seyn, und dieß wird immer noch ihren Werth unschätzbar machen. Der Secretär einiger Naturforscher, ob die stumpfen oder spitzen Ableiter den Vorzug verdienen, möchte wohl auf nichts hinauslaufen, wenn man nur erwägt, daß die Quantität der elektrischen Flüssigkeit beim Ausbruche des Blitzes so groß ist, daß alle unsere stumpfen Blitzableiter in dieser Hinsicht als spitzige anzusehen sind.

§. 1544. Das Wetterleuchten (*fulguratio, coruscatio*), das zuweilen des Abends, selbst bei klarem Wetter, wahrgenommen wird, ist vom Blitze darin unterschieden, daß es nie von einem Knalle oder Donner begleitet wird. Ob es wirklich eine Entzündung brennbarer Dünste in der oberen Luft, oder ein sehr entferntes Gewitter sey, dessen Donner nicht wahrgenommen werden kann, ist noch nicht hinlänglich ausgemacht.

*Terst. Boerhaave de fulguratiois observationes in latin op. sc. phys. - chem. Vol. V. S. 349 ff.*

§. 1545. Das sogenannte St. Elms Feuer, oder Zelenen Feuer, welches die Alten *Lajtor* und *Pollux*,



nannten, wo aus leuchtenden Spitzen hoher Thürme und Klüfte ein Licht in Form eines umgekehrten Kegels herströmt, ist wohl ganz elektrischen Ursprungs, und, besonders bei einer Gewitterluft.

Remarus vom Gage, 1. 44. 173 u. ff.

§. 1546. Die Irlichter oder Irrwisze (lat. *an-bulones*) sind Entzündungen, oder vielmehr Leuchten phosphorischer Luftarten und Dünste, die aus raschem Boden, und aus einer mit faulenden und stinkenden Gewächsen und Thieren angefüllten Erde aufsteigen, und daher auch nur an solchen Orten gesehen werden, dergleichen Zersetzung organischer Körper durch Fäulnis und Verwesung vorgeht. Weil bald an dieser, bald an jener Stelle ein solcher Dunst leuchtend wird, so hat es den Anschein, als ob sie forthüpfen, und zu dem Näheren entgegen gegeben, daß sie vor dem fliehen, der sie verfolgt, und den verfolgen, der vor ihnen flöhe; ingleichen, daß sie sich dem Besonten näherten und von dem Fliehenden ferneten. Entzündungen brennbarer vielleicht phosphorischer Luftarten in den höhern Gegenden der Atmosphäre sind Sternschnuppen (*stellae cadentes*), und wenn sie die Gestalt eines geschwänzten Kometen haben, fliegende Feuer, oder Feuerkugeln (bol. *luc.*).

„Chladni's Mernuna zu Folge, sind Sternschnuppen und Feuerkugeln nicht irdischen, sondern kosmischen Ursprungs, zum Theil in beträchtlichen Formen an der Erde vorüber, doch nicht erzeugenden Feuerkugeln ähnliche Massen.“ Götting. B. LV. S. 49 ff. Lavoisier's Mernuna ebendaf. B. LVI. S. 111. v. Zeller's Bemerkung. B. LVIII. S. 149. Brandes's B. LVIII. S. 113.

§. 1547. Die Meteorsteine sind in den neueren Zeiten zu merkwürdig geworden, als daß wir sie mit Leichtigkeit übergehen könnten. Es ist gegenwärtig eine streitige Thatsache, daß zuweilen Steinmassen, sich in sehr beträchtlicher Größe, aus der Luft herabfallen, und sich vorher als Feuerkugeln zeigen, die mit einem heftigen Geräusche zerplatzen. Ob alle Feuerkugeln von dieser Art sind, müssen fernere aufmerksame Beobachtungen

aren. Der sanderbarste Umstand hierbei ist die immer-  
 reiche chemische Mischung dieser Meteorsteine: sie bestehen  
 aus nickelhaltigem gediegenen Eisen, Eisenoxyd, Kieselerde,  
 Talkerde und etwas Schwefel; einer Mischung, welche  
 sonst in Mineralreiche nirgends vorkommt. Die Ur-  
 sache dieser Erscheinung ist äußerst dunkel. Einige halten  
 sie für Auswürfe irdischer Vulcane, Andere für Erzeugnisse  
 chemischer Prozesse in den höchsten Luftregimenen; noch An-  
 dere suchen ihren Ursprung außer der Atmosphäre in den  
 Vulkanen des Mondes, oder in Massen, die in dem leeren  
 Luftraume herumfliegen, und zufällig auf Weltkörper, die  
 sich ihnen nähern, fallen sollen: lauter Hypothesen, die an  
 das Abenteuerliche gränzen, und gegen deren jede sich wich-  
 tige Erinnerungen machen lassen.

„Vergl. edm. 3. 1432 ff.“

3.  
 Kr.“

§. 1548. Das Nordlicht (*aurora borealis*, *lumen boreale*) hat so viel Aehnlichkeit mit den Erscheinungen des elektrischen Lichts in der verdünnten Luft, daß man sehr ge-  
 neigt wird, es für ein elektrisches Meteor zu halten. Die  
 Nordlichter haben auch wirklich in den höchsten Gegenden  
 der Atmosphäre, und folglich in einer sehr verdünnten Luft,  
 ihren Sitz, die für die elektrische Materie allerdings ein Lei-  
 ter wird. Phosphorische Dünste bringen zwar ebenfalls ein  
 ähnliches Leuchten hervor; ich zweifle aber, ob sie so hoch  
 in der Atmosphäre aufsteigen könnten, als das Nordlicht  
 wirklich ist. Man hat sonst mancherley andere, zum Theil  
 wunderliche Ursachen zur Erklärung des Nordlichts angege-  
 ben. Der Meinung Murana, daß die in die Erdatmos-  
 phäre am Nord- und Südpole sich einströmenden Dünste  
 der Sonnenatmosphäre das Nordlicht veranlassen, lassen  
 sich nach d'Alembert wichtige Zweifel entgegenstellen; so  
 wie auch Ruinots Erklärung, die P. Zell wieder vorge-  
 tragen hat, daß das Nordlicht eine bloße optische Erschei-  
 nung sey, und von dem Lichte herrühre, welches die Schnee-  
 wolken und Eisberge am Nordpole, und die Schnee- und  
 Eisteilchen in der Luft von der Sonne und dem Monde



der hintern Fläche des Tropfens wieder reflectirt, und so der äußern zugeworfen, oder erleidet auch wohl im Tropfen eine doppelte Reflexion; beim Ausgange in der Luft wird der Strahl nicht nur vom Perpendikel abwärts gebrochen, sondern auch, wie im Prisma, und in jeder schiefen Fläche, in seine sieben Grundfarben gespalten. Diese sieben farbigen Strahlen machen nicht einenley Winkel mit dem einfallenden Strahle. Der rothe Strahl wird am wenigsten gebrochen, der violette am stärksten. Der Winkel, welchem der einfache Sonnenstrahl und der einfach zurückgeworfene rothe Strahl mit einander machen, beträgt nach Newton  $42^{\circ} 2'$ , und der des violetten und des Sonnenstrahl  $50^{\circ} 17'$ ; die übrigen einfachen Strahlen dazwischen machen einen Winkel, der sich diesem oder jenem nähert, je näher sie in der Ordnung diesem oder jenem liegen. Der Winkel, welchem der zweimal im Tropfen reflectirte rothe Strahl mit dem einfallenden macht, beträgt  $10^{\circ} 57'$ , und beim violetten  $54^{\circ} 7'$ .

Newton optice, L. I. Part. II.

§. 1551. Jetzt läßt sich nun die Erklärung des Regenbogens leicht machen. Es sey (Fig. 178.) das Auge des Beobachters in O, und setze nach einer Regenwolke, so daß die Sonne hinter sich habe. Von der Sonne gehen unzählige Strahlen nach dem aus der Wolke fallenden Regen, die wir für parallele halten können. Es falle ein Strahl von S auf den Tropfen A in b, so wird er in demselben erst vom Perpendikel durch Brechung abgelenkt werden, und nachher auf die hintere Fläche des Tropfens treffen. Hier wird zwar ein Theil Licht des Strahls hindurchgehn, ein anderer Theil aber doch nach c reflectirt, beim Ausgange vom Perpendikel abgelenkt, und in seine Grundfarben gespalten werden. Er gelange unter dem Winkel  $SAO = 40^{\circ} 17'$  ins Auge, und ist also violettes Licht. Die andern Arten des Lichts dieses Strahls treffen wegen ihrer Divergenz das Auge in O nicht. Auf den Tropfen B fällt ebenfalls ein Sonnenstrahl, und wird, wie der vorige, darin reflectirt und beim Ausgange

gebrochen. Er komme unter dem Winkel  $SOO = p'$  ins Auge in O, das also die rechte Farbe wahrnimmt. In andern Farben erscheinen zwischen A und B nach ihrer verschiedenen Brechbarkeit. Man denke sich einen Sonnenstrahl SOM durch das Centrum der Pupille des Auges gehend, und den Winkel BAO und SM als um eine Aeußere möglich: so ist klar, daß an allen Stellen des ganzen Regenbogens, welchen BA beschreibt, dieselben Farben entstehen werden, wenn daselbst die Regentropfen Statt finden. Der Regenbogen ist demnach als ein Theil der Peripherie eines Kreises eines Kegels anzusehen, dessen Spitze der Mittelpunkt der Pupille des Auges ist. Hieraus erhellet, daß der Beobachter seinen eigenen Regenbogen wahrnimmt. Die Sonne, das Auge, und der Mittelpunkt des Regenbogens sind immer in einerley gerader Linie.

§ 1552. Auf die angeführte Art entsteht der Hauptregenbogen, oder der innere (§. 1548), bei welchem Strahlen in den Regentropfen nur einmal zurückgeworfen werden. Wenn aber Strahlen SC, SD in f und g Tropfen C und D auffallen, so erliden sie eine doppelte Reflexion in d, d, wodurch sie natürlicherweise mehr geschwächt werden, d. h. Farben aber in umgekehrter Ordnung erscheinen müssen, nemlich in C roth und in D violett, wenn der Winkel SCO  $50^{\circ} 57'$ , und der Winkel SDO  $54^{\circ} 7'$  beträgt (§. 1550.).

§. 1553. Wenn man HR mit dem Horizonte parallel durch O zieht, so ist der Winkel  $SOH = HOM$ ; er ist die Höhe der Sonne über dem Horizonte beträgt so viel, als die Erniedrigung des Mittelpunkts M des Regenbogens unter demselben. Hieraus folgt also ganz natürlich, daß, je höher die Sonne am Horizonte steht, man um desto weiter vom Regenbogen steht. Wenn die Sonne  $42^{\circ}$  über dem Horizonte ist, so kann der Hauptregenbogen nicht mehr gesehen werden; und auch nicht einmal mehr der 2te oder äußere, wenn die Höhe der Sonne über den Horizont



40° und darüber beträgt. Wenn SM mit MA zusammenfällt, erscheint die Hälfte des Kreises vom Regenbogen; und noch ein größerer Theil kann gesehen werden, wenn die Sonne noch nach ihrem Untergange in Regenwolken ihre Strahlen senden kann. Cassini, Krafé und Bergmann haben solche Beobachtungen. Wenn das Auge so hoch zu stehen kommen könnte, daß es bis 42° unter M sehen könnte, so würde es den Hauptregenbogen als einen völligen Kreis erblicken, wie ihn der Graf von Mirandola gesehen zu haben bezeugt.

*Arch. Bergmann de arcu concoloris explicat oculis: in serenis caelestibus, p. 1. c. 1. Vol. 4. S. 319. Ich bin ihm in seiner gedruckten Erklärung hier ganz gefolgt. Die Geschichte der Meinungen über die Entstehung des Regenbogens sehe man auch bei ihm.*

„Die Nebenregenbögen sind wahrlich nicht die Erfolge einer bloßen doppelten Brechung und Reflexion des Lichts in jedem einzelnen Wassertropfen (welche den Regenbogen entstehen macht) bestehenden Polarisation des Lichts, vergl. Schmidt's Naturk. S. 11. S. 700 ff. Kr.“

§. 1554. Nicht die Dünste der Wolken sind es, welche den Regenbogen bilden, sondern wirkliche Tropfen des Regens. Wenn an einer Stelle der Wölke die Regentropfen fehlen, so bildet sich kein zusammenhängender Bogen, und man nennt ein solches lückes Eand des Regenbogens eine Regenlücke. Uebrigens erhellt noch aus dem Angeführten leicht, daß wir alle Augenblicke einen andern Regenbogen sehen; daß wir bei uns nie in Säden einen Regenbogen erblicken; daß er also lebhafter erscheinen müsse, je dunkler die dahinter stehende Wölke ist, und daß auch ein umgekehrter Regenbogen erscheinen könnte, wenn die Sonnenstrahlen von einer stillen Wasserfläche im fallenden Regen reflectirt werden. Auch das von Wasserfällen als Regen in die Höhe gespritzte Wasser kann dem Zuschauer in der gehörigen Stellung der Sonne einen Regenbogen zeigen. Daß die Breite des Sonnenregenbogens größer wahrgenommen wird, als aus der oben angeführten Bestimmung der Winkelgröße folgt, hat seinen Grund darin, daß wegen des scheinbaren Durchmessers der Sonne Einiges in Ansehung





## A n h a n g.

Gesetzmäßige der Chemischen Verbindungen, als  
Zusatz zu §. 1040. (S. 613.)

Die Untersuchungen haben gelehrt, daß weder die Stoffe unter sich, noch deren einfachere und zusammensetztere Verbindungen sich mit einander in allen diesen Verhältnissen zu mischen vermögen, sondern daß es hienichtlich selbstständige Mischungen in bestimmten und beständigen Verhältnissen statt haben, wobei jeder Theil sich von anderen gegen einen dritten mit einer seiner bestimmten Natur entsprechenden Menge (Mischungsgröße) verhält, so daß die Menge, mit welcher ein Stoff A Stoff B aufnimmt und von diesem aufzunehmen vermag, Ausdruck seiner besonderen chemischen Valenzkraft ist, den er in allen übrigen Verbindungen, in welchen der Gegenstoff (hinsichtlich chemischer Zergewalt) seinem gleichen Grade erschöpft, beibehält. Je zwei Stoffe vermögen sich also in Beziehung auf sämmtliche Theile gegen einen dritten, gegenseitig, mit ihren Valenzgewalten entsprechenden Mischungsgrößen zu verhalten, unter allen Grundstoffen sind der Sauerstoff und Wasserstoff vorzüglich dazu geeignet, durch Vergleichung gegenseitigen Mischungsgrößen mit jenen der übrigen Stoffe, die Mischungsgrößen der letzteren in bestimmten auszu drücken. Diese Zahlen nennt man die stöchiometrischen (oder chemischen) Werthe (oder Zahlen), oder chemischen Äquivalente der Grundstoffe, aus denen die jedes gegebenen bekannten Gemisch leicht beschaffen werden können. Sie beziehen sich entweder auf den (Raum-) Theil oder gewöhnlicher auf Gewichtes Theiltheil, s. Fuß.

H h h





Namen des Gemisches	Zusatz	
Eisenzinn	-	$\text{CaH}$
Kalk	-	$\text{KO}$
Kohl	-	$\text{CaO}$
Kohlensäure	-	$\text{SO}$
Zinnasendel	-	$\text{LH}$
Schwefelkohlenstoff	-	$\text{CH}$
Schwefelwasserstoff	-	$\text{CH}$
Ammoniak	-	$\text{AH}$
Schwefelwasserstoff	-	$\text{SH}$
Chlorwasser (Cyanogen)	-	$\text{AC}$
Zinnasendel	-	$\text{HAC}$
Kohlensäure	-	$\text{AC}$
Schwefelwasserstoff	-	$\text{CO} + \text{CaO}$
Eisenzinn	-	$\text{H}^2 \text{C}^2 \text{O}^2$
Zinnasendel	-	$\text{H}^2 \text{C}^2 \text{O}^2$
Sauerzinnasendel	-	$\text{H}^2 \text{C}^2 \text{O}^2 + \text{KO}$
Kalk (Weinstein)	-	$\text{SO}^2 + \text{HO}$
Schwefelwasserstoff	-	

Verbindet sich ein Stoff mit einem andern in einer Proportion, so wirkt er bey jedem neuen Verbindungsverhältniß stets gemäß seinem ursprünglichen chemischen Werthe (wirkt er mit einer andern, so müßte er derselbe Stoff zu seyn aufgehört haben). Dies ist der Grund, warum z. B. die in mehreren Oxyden oxydirbaren Metalle, in der kleinsten Menge genommenen Sauerstoffs einen constanten Gewichtstheil alle übrige Sauerstoffmengen der übrigen Oxyde des Metalles, und eben so für die Sauerstoffmengen mit dem Oxyde einbaren (Sauerstoffhaltigen) Säuren. Einleitung in die neuere Chemie 4. Abschnitt u. n. d. Chem. S. 24 u. f. — Vergl. auch dies. Grundr. S. 118 u. f., und S. 9. Anm. S. 4 bis 5.



# Register.

§l bedeutet den Paragraphen, N. die Note desselben.

II.

Heber 1290.

82-6.

in figura 709. ob di-

lignitatem 717.

des Magnets 1293.

Planten derselben 1299.

destillatum 1071.

079. N.

liquor 845. N. 911.

to 845. N. mirique

ter mirique 079.

R. fluor. quo 845. N.

845. N. 910.

que 845. N. 917. N.

845. N. molique

mirique, lapideque,

mirique, mirique,

gallique, horeque,

placido - mirique

alique 845. N. in n.

N. mirique 845. N.

845. N. mirique

845. N. 911.

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

845. N. mirique 845. N. 911.

- Alcaloide, Pseudo-alcalia 115. d  
 Alfamattactur 743. N. rechte, als  
 Messens für Alkalien 853  
 Alkohol, Aufzügen deß b in Haart  
 reiben 156. N. eigenthümliches  
 Geruch des 594. Membr des  
 selben der Vermischung mit Wase  
 ser 669. N. 3. abdestillir Alkohol  
 1007. Charakter und Phänomene  
 deßselben 1053 f.  
 Alkoholometer, 564.  
 Aluminatum 118.  
 Amalgama 977. N. Kienapern  
 schen zum Reibens der Elektr  
 Amalgama 1050. N.  
 Ambulones 1546.  
 Ammoniacum, alc. volat. 855.  
 Ammoniak oder Ammonium ist che  
 ne Wasser gasförmig u. hat mehr  
 schon ich eine metallische Grunde  
 1042. 925. Product der Faulnis 920.  
 N. des Pflanzen 1035. f. d. m  
 saures bei Thieren 1044. der zu  
 geistlichen Fäulnis 1052.  
 Anagnum 1061.  
 Ana 7113 117.  
 Anamorphosen, Interpretirte 691.  
 N. diopetische 703.  
 Anatomischer Heber, Wolffs 317.  
 Anagnung 175.  
 Angulus incidentiae, refractionis  
 324. N. 669. 675. refractionis,  
 refractus 693, opticus, vilo  
 rias 779.  
 Aniden 1465.  
 Anker des Magnet 2413.  
 Anthrax in Gehirn 1476.  
 Antiragorhon, bildet mit Wasser  
 die Anthragolbionfagge 936  
 Antimoine 118.  
 Anuphlogistisches System 841.  
 Antisepcion 1038.  
 Anula, aspirans, suctoria 409.  
 conopelarium 310. pneumatica  
 471.  
 Anrechnungsfach, ursprüngliche 99 f.  
 Apparat, pneumatischer 17. zur Bestim  
 mung der Länge des Secundenpen  
 dels 160. N. pneumatisch chemis  
 cher 648 f. zur Wasser- und Luft  
 reisirung 876. u. N.  
 Apparatus pneumatico-chemicus  
 608.  
 Appropriatio 175.  
 Aqua calida vitae 914. 915.  
 regis, regia 914.  
 Aquea minerales, 41. 42.  
 Archimedes des Pisto 51.  
 Arbor Diapna, 31. 32.  
 1010 N.  
 Arca conolepis 1549.  
 Area 101. N.  
 Ardometer 560. 561. 562.  
 N. Ardometer mit 561.  
 Jukendstetisches, Quant zu  
 constanten 563 f.  
 Arcometra 360.  
 Argent 118.  
 Arm des Menschen als Akt  
 Struktur bei der Arbeit 101.  
 1017. beyen Magnet 101.  
 Armatura 1217. 1218.  
 Arsenic 118.  
 Arsenik 118. Verdampfung  
 580. N.  
 Arseniksaure 845 N.  
 Asche und Verschiedenheit der  
 eulanten 1459.  
 Asparagin 1030.  
 Asphmen, Mechanismus des  
 Ardometer 1553.  
 Ardometer 1543.  
 Atmosphaera correctiva 101.  
 Atmosphäre 820. 1218. 1219.  
 Idee derselben 1503. 1504.  
 Veränderungen in der 1218.  
 des dieser Veränd. 1218.  
 der Atmosphäre 1218. 1219.  
 Atome 41.  
 Atomistisches System 41. 42.  
 Atomistik oder Corporealis  
 leodie 45. N.  
 Attraction 51 f.  
 Aufraufen 100. 605.  
 Aufhängungspunkt 101. 102.  
 107.  
 Auflösung 179 ff. auf at  
 trochem Wege 147. 148.  
 120.  
 Auflösungsmodell 152. 153.  
 181.  
 Auge, Beschaffenheit und  
 deßselben 701 f.  
 Augapfel, Augenbilde, 101.  
 muskeln, Augen etc, 101.  
 nempas 702 f.







- toaria 855. viva, alta  
 tallica 979.  
 rr 614.  
 lara, Wollaston's und  
 are Rheinsbaleische 713.  
 sterna, des P. Porta;  
 dioptrische, tragbare 713.  
 terior et posterior ocu-  
 liaris 765,  
 für die Electricität 1236.  
 entis crystallinae 768.  
 118.  
 n 118.  
 metalliques 1019,  
 r Sag vom Gleichgewicht  
 te am Hebel 292. N.  
 che Keulischen 518. N.  
 Pollur 1645.  
 incidentiae 669. 695.  
 71.  
 regung 99. schwerer Kör-  
 f, der Himmelskörper 270.  
 iste 100. Centripetalkraft  
 f. Maaf derselben 100.  
 galkraft 100. Wirkung  
 beim Pendel 261.  
 virium 99. oscillationi-  
 vilitatis 273 f. motus 282.  
 n opticum bey Glaslin-  
 N.  
 Pflanzen 1026,  
 xy Pflanzen 1926.  
 n, mineralisches 980.  
 18. 119. N. 867. Chlor-  
 er berphlogistisirte Salz-  
 3. f. Chloroph oder Eus-  
 963.  
 18.  
 ire 845.  
 wurzel, entsteht 113840.  
 2.  
 8 765.  
 neres clavellati 1038.  
 1026.  
 See 394.  
 sure 845.  
 310.  
 8.  
 Cochenille 41 N.  
 Cohärenz der Körper 146 ff.  
 Cohäsion 146. ff. Gesetz ders. 149.  
 Phänomene ders. 151. ff.  
 Collectivglas 815.  
 Collector, elektrischer 1285.  
 Colores 734.  
 Compaß 1445. N.  
 Compressionspumpe 425.  
 Condensator, elektrischer 1275 f.  
 Conductor, non conductor 1107.  
 bey der Elektrirmaschine 1107.  
 Congelatio 576.  
 Constricten 90.  
 Continuum 42.  
 Contractilität 126.  
 Convergenz f. Lichtstrahlen  
 Copernicanische Weltordnung 271.  
 N. 6.  
 Cornea transparent 765.  
 Coronae 1355.  
 Corpora, solida, liquida, fluida,  
 expansibilia, fluida elastica 122.  
 rigida, dura, mollia 124. ducti-  
 lia, fragilia 125. Specifica gra-  
 viora, leviora 208. lucentia 641,  
 opaca, transparentia, diapha-  
 na, pellucida 642. volatilia,  
 fixa 600. sonora 449. electrica  
 aelectrica, idioelectrica 1107.  
 2112.  
 Corpuscularisten 211. N.  
 Coruscatio 1544.  
 Crownglas 301.  
 Crystalli 141.  
 Cucurbitules scarificatoriae 410.  
 Cuivra 218.  
 Culminirender Punkt. bey'm Mag-  
 netismus 1460.  
 Curcumatinctur 743. N. 855.  
 Cyan, Blaustoff, Cyanogen, eine  
 Verbindung aus Kohlenstoff und  
 Stickstoff 936. Cyanellen 1046.  
 Cylloides 255.  
 Cylinder, Schwerpunkt derselben  
 274. Hinaufsteigen derselben auf  
 einer schiefen Ebene 281. Hinauf-  
 de 467. metallischer Theil der Luftp-  
 umpe 425.  
 Cylindermaschine zu der Electric-  
 tät 1128.







705. Kephärisches 756.  
 707. ochromat 1416.  
 708. f. 759. M.  
 709. Grabe derselben 123.  
 710. f. 630.  
 711. f. 630. et cetera. Gewicht  
 712. f. 630. et cetera. 1092.  
 713. f. 630. et cetera. 1092.  
 714. f. 630. et cetera. 1092.  
 715. f. 630. et cetera. 1092.  
 716. f. 630. et cetera. 1092.  
 717. f. 630. et cetera. 1092.  
 718. f. 630. et cetera. 1092.  
 719. f. 630. et cetera. 1092.  
 720. f. 630. et cetera. 1092.  
 721. f. 630. et cetera. 1092.  
 722. f. 630. et cetera. 1092.  
 723. f. 630. et cetera. 1092.  
 724. f. 630. et cetera. 1092.  
 725. f. 630. et cetera. 1092.  
 726. f. 630. et cetera. 1092.  
 727. f. 630. et cetera. 1092.  
 728. f. 630. et cetera. 1092.  
 729. f. 630. et cetera. 1092.  
 730. f. 630. et cetera. 1092.  
 731. f. 630. et cetera. 1092.  
 732. f. 630. et cetera. 1092.  
 733. f. 630. et cetera. 1092.  
 734. f. 630. et cetera. 1092.  
 735. f. 630. et cetera. 1092.  
 736. f. 630. et cetera. 1092.  
 737. f. 630. et cetera. 1092.  
 738. f. 630. et cetera. 1092.  
 739. f. 630. et cetera. 1092.  
 740. f. 630. et cetera. 1092.  
 741. f. 630. et cetera. 1092.  
 742. f. 630. et cetera. 1092.  
 743. f. 630. et cetera. 1092.  
 744. f. 630. et cetera. 1092.  
 745. f. 630. et cetera. 1092.  
 746. f. 630. et cetera. 1092.  
 747. f. 630. et cetera. 1092.  
 748. f. 630. et cetera. 1092.  
 749. f. 630. et cetera. 1092.  
 750. f. 630. et cetera. 1092.  
 751. f. 630. et cetera. 1092.  
 752. f. 630. et cetera. 1092.  
 753. f. 630. et cetera. 1092.  
 754. f. 630. et cetera. 1092.  
 755. f. 630. et cetera. 1092.  
 756. f. 630. et cetera. 1092.  
 757. f. 630. et cetera. 1092.  
 758. f. 630. et cetera. 1092.  
 759. f. 630. et cetera. 1092.  
 760. f. 630. et cetera. 1092.  
 761. f. 630. et cetera. 1092.  
 762. f. 630. et cetera. 1092.  
 763. f. 630. et cetera. 1092.  
 764. f. 630. et cetera. 1092.  
 765. f. 630. et cetera. 1092.  
 766. f. 630. et cetera. 1092.  
 767. f. 630. et cetera. 1092.  
 768. f. 630. et cetera. 1092.  
 769. f. 630. et cetera. 1092.  
 770. f. 630. et cetera. 1092.  
 771. f. 630. et cetera. 1092.  
 772. f. 630. et cetera. 1092.  
 773. f. 630. et cetera. 1092.  
 774. f. 630. et cetera. 1092.  
 775. f. 630. et cetera. 1092.  
 776. f. 630. et cetera. 1092.  
 777. f. 630. et cetera. 1092.  
 778. f. 630. et cetera. 1092.  
 779. f. 630. et cetera. 1092.  
 780. f. 630. et cetera. 1092.  
 781. f. 630. et cetera. 1092.  
 782. f. 630. et cetera. 1092.  
 783. f. 630. et cetera. 1092.  
 784. f. 630. et cetera. 1092.  
 785. f. 630. et cetera. 1092.  
 786. f. 630. et cetera. 1092.  
 787. f. 630. et cetera. 1092.  
 788. f. 630. et cetera. 1092.  
 789. f. 630. et cetera. 1092.  
 790. f. 630. et cetera. 1092.  
 791. f. 630. et cetera. 1092.  
 792. f. 630. et cetera. 1092.  
 793. f. 630. et cetera. 1092.  
 794. f. 630. et cetera. 1092.  
 795. f. 630. et cetera. 1092.  
 796. f. 630. et cetera. 1092.  
 797. f. 630. et cetera. 1092.  
 798. f. 630. et cetera. 1092.  
 799. f. 630. et cetera. 1092.  
 800. f. 630. et cetera. 1092.















Leuchtturm 816. 72. Bonender Linea verticalis, 1  
" 72. 197.

Leibniz, Mathematiker 603. Theilbare Linie, Fortbreitung, lat.  
lat. Leibniz. 44. 92. Leibniz 118. locale, wasser-225.

643. Manuscripten 643. vers

brei het sich nach allen Richtungen  
aus, ist expandibel, rein expandibel

die 3. Klasse und imponderable  
Eigenschaft der 4. besteht aus

einer an sich nicht verantwortlichen Lage  
 stand und ihm daher die Verantwortung

breit sich in destillen extrahiren Liqueur & 100 gms. 27  
6gr. Perum. Myrt. 100 gr. 100 gms. 27

6. 8. Einbarkeid des 67. Luthen, Steinsalt, 1.

Platone und Aristoteles des 6. 84  
Heraclitus des 5. in Athen. Locus absolutus, 10  
des 4. Jhrh. d. v. in Athen. Locus absolutus, 10

608 f. 3 im 12ten u. 13ten Jahrh. d. Chr. 2. Aufl. d. 1. Aufl. d. 1. Aufl.

1845 - 1846 haben 609 f. Pies  
 durch defekten u. f. Netz das  
 Ende f. Thier u. Thiermama

Bestand f. Ziersteine u. Thonwaaren  
dahingeh. Preussische u. farbige  
ger. Ziersteine u. Thonwaaren

pen 7. 8. 9. Nebenstehendes  
beim Prisma 7. 8. 9. demogen 8.  
beim Prisma 7. 8. 9. demogen 8.

Defensoren 30. Defensoren 30. Defensoren 30.  
 Defensoren 30. Defensoren 30. Defensoren 30.  
 Defensoren 30. Defensoren 30. Defensoren 30.

den v. Phosphorverbindungen v. Phosphor zu oder Strahlenspektren der v. Phosphorverbindungen v. Phosphor

1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253</
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

Einmal fahen 12. Per'sonen des  
 Fiskus auf Besichtigung des f. bei

1812. N. 11. Nach der Verlesung eines des  
 kaiserlichen Befehls, den 15. d. M.

Stamm & Stamm, Stamm des.

2. Licht, das in der Natur ist. Quelle, das ist in  
der Natur, das ist in der Natur.

Lib. Magnete 16. 7. Canton's 97  
ihre derselben 4, 1  
Lande, weiter 1.

Lichtstrahlen 441. bündelnde, con-  
vergierende 453 f. 701. parallele

639. 701. Fische von derselb. 692. derselben 451. f. 2m  
bei Zulen oder Zulen 705. schief 452. f. Walfens ma

einstufige 993	Abweichung der	Katzenpfe durch 993.
haben wegen der Größe des Glar		
festen		

16709. Abweichung d. h. v. d. Luftschicht von Kometen  
den der Erde 717. W. Schader 459. 2.

Legamentum 210. 20 318. 22. 0. - 210. 20 318. 22. 0. -  
late 755. 210. 20 318. 22. 0. - 210. 20 318. 22. 0. -

\_\_\_\_\_

1849. 151. N. Deck.  
S. Amonton 1849.  
1849. 151. N. Deck.  
S. Amonton 1849.  
1849. 151. N. Deck.  
S. Amonton 1849.

22.

Interests least 100  
von Gengen in Schure

planetischer Eruption  
im Jahr 1618, dem 14. d.  
Im Jahr 1619, zusammen  
gefallener 1619. Nach  
dem der Erde 2. d. dem  
Kobalt und Silber an  
einer 1618. d. d. d.  
Wunder des Wunders

Wachstum 164.  
Höhe 164.  
10. Wachstum 164

und wuonnet sich Vor  
f. H. laut dem E  
müßerheit worden  
durch den sturichen  
H. 1459 für Prun  
fen und Eschl 1456, f.  
denelben zu einem  
let zu runden 1458  
in Phandern beginn  
in dem Bismel

1793 von Robit und  
M. Pöschmann der  
Theorie und Pösch-  
mannismus der elden  
Bewertung, Delitz  
45 f. Nuzung der  
Bew. 1795.  
1797.

1078.

218.  
 Euericklicher 445. f.  
 de le ben durch Jous  
 Jener 446.

45.

Page 49. l. 10. to 1  
16. Richard de, uns  
17. Richard de, uns  
18. Richard de, uns

Heber's oder S. Heber's Gemeindef  
Konting. 181. 24

Motor No. 1731

Mentura Lucia 639.

[illegible]

Transmembrane 25

11 June 1995

Mineralien der Diabase 17. 18  
22. Diabase 500 f.

Mechanische des Lebend, Stirbend  
u. s. m. bey Menschen und Thieren  
281

Abraham ibn Ezra, usque, re-  
latus est.

Meduzen, bei Pflanzen tot.

diret, Willen und Liebe des Herrn  
1497. Benedicte d. 1592. Willen  
und Liebe und Geduld d. 1598.

Neerduyn 14 10.  
Neer: der B. 14 10.

Wienwaller, Edmund und  
Katharina 1831. Hebr. 1831  
der der der 1831

Membran, Dre

21. perfect 7th.

Leopoldo 725.

Memoria 705

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

March 18.

1877, 1879.

Herodian, inschrift, magnetischer  
144.

November, and Electric Light 2349.

totale 116. rimes 117 q. 9.  
 lamente 117 91. Hérmon tateh

[illegible]

sehen in *Quart.* 273. und braun-  
bare Erde 867. Vatheimsberg









[illegible]

460.  
bediente, der die  
Glaubhaftigkeit Italien  
berichten 184. N.  
443 N.  
Jahrs 963.  
Hendert 696. leuchtender  
König 1104.  
Angelauchens astinola-  
tions, abulutions  
idem. ac 605. d. f. re-  
cognitions beim 184.

• Böden im Schragen  
 • durch den 28.  
 2019  
 Schwerpunkt der Arbeit  
 der Metallthermometer  
 (Hess's. 19. n. d. m. d.

darfelter 320. H. Muthen  
broet's, Bauguer's, Smeas  
ton's 456.

Dyrophor, Gombert 840.917 R.

Q.

Quadrant electrometer, Zentz's  
1304-23.

Quantities metal log.

Quarzite, als Grundgebirgsart  
1472

Quendliber 118 Haenthüml des Ge-  
meint desselben 555 dieß e ame-  
thumliche Gewoht zu finden 555.  
R. V. Vamp in denselben 550 R.  
Phänomene des Geht in der Seet  
erhöhen 55 der 550. R. f

Querschiberapparat, des Oskarens

Querschnittsberegen 159. N.  
Querschnittsberechnung. Phänomen der

Aufsteigen des Abendes 742 92.  
Quecksilberthermometer 441

Quellen, Ursprung etc. 1501. be se  
1506.

Quæ, absoluta, relativa 37.

既。

Nach, an der Welle wgl.

Hydroscometer, Wool's 401.

Radical, oder Bewegung der Eins  
ten 845. N.

Radii vectores 101. M. senoti 477.  
divergentes, convergentes 658.

*Rhizus lucas* 644. *acidens* 695.  
*reflexus* 609.

Ильин Торпево 1890.

Kant, Immanuel: *Die Kritik der reinen Vernunft*, 1781, 2. Aufl. 1787, 3. Aufl. 1797, 4. Aufl. 1802, 5. Aufl. 1803, 6. Aufl. 1807, 7. Aufl. 1812, 8. Aufl. 1817, 9. Aufl. 1823, 10. Aufl. 1827, 11. Aufl. 1831, 12. Aufl. 1837, 13. Aufl. 1841, 14. Aufl. 1845, 15. Aufl. 1850, 16. Aufl. 1855, 17. Aufl. 1860, 18. Aufl. 1865, 19. Aufl. 1870, 20. Aufl. 1875, 21. Aufl. 1880, 22. Aufl. 1885, 23. Aufl. 1890, 24. Aufl. 1895, 25. Aufl. 1900, 26. Aufl. 1905, 27. Aufl. 1910, 28. Aufl. 1915, 29. Aufl. 1920, 30. Aufl. 1925, 31. Aufl. 1930, 32. Aufl. 1935, 33. Aufl. 1940, 34. Aufl. 1945, 35. Aufl. 1950, 36. Aufl. 1955, 37. Aufl. 1960, 38. Aufl. 1965, 39. Aufl. 1970, 40. Aufl. 1975, 41. Aufl. 1980, 42. Aufl. 1985, 43. Aufl. 1990, 44. Aufl. 1995, 45. Aufl. 2000, 46. Aufl. 2005, 47. Aufl. 2010, 48. Aufl. 2015, 49. Aufl. 2020, 50. Aufl. 2025.

Porcentaje 45%

RELIGION 10.

Naam 50. 53. afsluter, betrekking  
der, 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877

Haulenglan 705.

Reaction 104.

Memorie der Erfahrung 425.

Reduction der Abgabe, reduction  
9-12.

Кремнистый гал.

Reflexion lucis 567.  
 Reflexion f. Licht.  
 Refractus lucis 692. astronomica  
 709. Refrangibilitas diversa  
 Raminum lucis 717.  
 Regen 699 1539. Uebersicht desselben,  
 die wätre Leiden mit noch mehr  
 1540. Regenwasser, reines, dech  
 lites, als Einheit von der W  
 gleichung des eigenthümlichen Wes  
 nicht in einer Körper 551. 598.  
 Regenbogen 1549  
 Regenbogenbau 766.  
 Regengalle 1574.  
 Regeninsage 1555.  
 Regula Newtonianae 19.  
 Regulus 979.  
 Reiben super Aether als Mittel der  
 Temperatur. Lösung 637. bei der  
 Elektricität 1112.  
 Reiber, Druckung, bei der Elektr  
 cität 1127. 1130.  
 Reif 899. 1375.  
 Reiten des Lichts 1072.  
 Reifebarometer 401. M.  
 Reinson 476. M.  
 Retina 767.  
 Rhubarbarum 1086.  
 Rhomboide 140. M.  
 Richtung 66. aether, entgegen ge  
 sette 107. 298. M.  
 Riechende Aether, große Theu  
 lung der selben 49. M.  
 Ring des Saturns, Notation befe  
 ben 971. M. 11. Hahlerner 106. M.  
 Rinne, fliegende 467.  
 Rockklee, entzündet sich 840.  
 Röthe, torredische 579 f.  
 Rotten, der Pflanzen 1023.  
 Rolle 404.  
 Rotemintur, als Resonanz 853.  
 Rost, Reuen der Metalle 1005.  
 Ruder, als einarmiger Hebel 185.  
 Ruhe, absolute, relative 57.  
 Ruhepunkt des Hevils 181.  
 Rus 1030.

## E.

Eaibänder, in Lagerstätten 1463.  
 M.  
 Eäigung 188. bei der Elektricität  
 1122

Elutren, Arice zu be  
 deuten. Ben 845. bestan  
 Nabal mit Easch  
 Berlegen und Jura  
 haben 847. v. L.  
 Lenante 850. und R. v.  
 917. M. kapertraw  
 laure 845. 917. M. bei  
 951. des Juchstads 91  
 tates 970. bei H. v.  
 Sate, gepanute 1157.  
 Länge, Dicke und Eiem  
 459. f. Einfluss, Qu  
 11 u. l. m. 462.  
 Sal medium terrestris 52.  
 zum Homburgi 972. M.  
 Salia 865. metallica 104  
 Salm'af 951. Palm'af  
 der, Aufsteigen des  
 reichten 156. M.  
 Salzeier 145. M. W  
 ben 531. als W  
 sen und Wachsen  
 1000. Erzeugung des  
 M. erdace oder Al  
 1095.  
 Salpetergas 925. f. Al  
 drüben durch Wärme  
 a 6 eudemetrisches M  
 Entwicklung derselben  
 915. 924. 1004.  
 Salpetergehl, Aufsteigen  
 in Hartschreben 157. M.  
 der 921. Färbung des  
 Wäher 245. M.  
 Salpeterluft, desdies  
 Salpetersäure 815. 921. 1004.  
 Sate 910. Radical der  
 säure 952. Mangan  
 Lavendel 430. in Deu  
 der Vermisina 922. 1004.  
 Salpetermineralien, Sate  
 sind Erzeugma von  
 918. M.  
 Salze, eigenthümliches  
 568. kochsalzartiges  
 Aufstehen derselben  
 610. Erster der  
 nod flure, Zerklein  
 reiten und Zerfich  
 805. Eintheilung der  
 katen Baten bid. marion. 40



Schwefelmetalle 1011. Versetzen  
der selben 1013. wasserstoffhaltige  
1016.

Schwefelkies 144. N.

Schwefelsäure 245. f. schmelze, eng-  
liche 417. N. voll. nimmt, um  
vol. saure oder schwefelichte Säure  
zu bilden.

Schwefelwasser 1305.

Schwere, im Quaderstein 195. f.  
ist u. 112 stehende Kraft 200. Wie  
schwerer Kraft liegt außer unter  
Erhaltung 2-5 ist best. aus dem  
de Kraft 106, nach h. h. 1010.

Schwererde, P. 101 855.

Schwerpunkt, 1. 112 20 101 272 N.  
Dreier. 112 20 101 272 N.  
nach dem 112 20 101 272 N.  
112 20 101 272 N.

Schwerpunkt 112. N.

Schwimmen der Körper 346. f. der  
Schiffe 346. N. der Menschen, der  
B. 112 20 101 272 N.

Schwimmblatte der Fische, worin  
P. 112 20 101 272 N.

Schwimmgang, Schwung u. f. 112. f.

Schwimmgang, Bewegung, schaffend  
der u. d. la. stehender Körper 447. f.  
112 20 101 272 N. 112 20 101 272 N.

Schwimmgang, Bewegung, der Fische  
112 20 101 272 N.

Schwimmgang, Bewegung, der Fische  
112 20 101 272 N.

Acropora pneumatica 416.

Sekundenpendel 112. f.

Sedativum 112. N.

See, hohe, tiefe, volle 1492.

Seealpe 1464.

See 1490.

Seewind 1519.

Seine des Niles 766.

Seiden 112. Theorie und Phänomen  
112 20 101 272 N.

Seiden 766. Seiden 779 f.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.

Seiden, wie sie, schwarze, bei der  
F. 112 20 101 272 N.





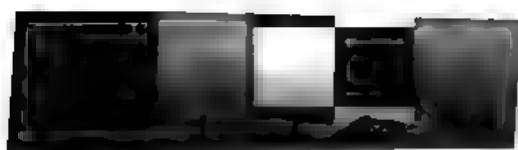




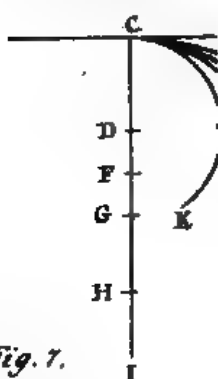


- f 615. ist keine einfache  
868. f. besteht aus  
u. Wasserstoff 875 f.  
um dess 886 ff. Handes,  
Gewicht 887. Gefrieren  
flöfungsmittel verschie  
er 893. atmosphärisches  
ne 895. verwandelt sich  
ben in Dämpfe 894.  
e Ausdünstung dessel  
iquidet nur ist feucht  
03. läßt sich nicht im  
indeln 905. kohlenstau  
ures 913. wesentliches  
langen 1027.  
e in dem Raumsfelder  
m 394.  
f. Wasserdruck.  
886. 894. ff. Ausdehn  
eben 896. f. Phäno  
men in der Luft 898.  
1534.  
d. 867. 868. ff. ist ein  
f. Hydrogenas.  
e Springen dess. aus  
e 165. u. N. 268. N.  
n 896.  
der Soung 1556.  
rper 65.  
31.  
tine Getränke 1059.  
elektrisirte 1216. N.  
e Theorie und Phä  
elben 1050. ff.  
erdampfung desselben  
schaffenheit desselben  
Brandes Bestim  
Gehalts an Weingeist  
d Bier-1056. rechts  
Rectificirter 1057.  
nometer 495.  
! 845.  
116 Grundgebirgskart.  
Sehen 736.  
723.  
0.  
nglich expansives bey  
11. f.  
5.  
15.  
ibre, als Zuck
- Wetterleuchten 1854.  
Wetterhächte, Wetterwechsel in  
Gruben 566. N.  
Widernatürlich 1. N.  
Wiederherstellung der Metalle 986.  
Theorie und Phänomene dersel  
ben 987.  
Wiedererschall 484.  
Wind 1515. ff. Haupt- und Neben  
winde 1516. Ursach dess. 506 N.  
1517. unbekändige 1520. Trock  
niß, Feuchtigkeit, Kälte u. Wärr  
me ders. 1521. Stärke derselb. ist  
verschieden 1522. künster, mäße  
ger, reifer, harter 1522.  
Windhächte 587. N. 414.  
Windhosen 1534. N.  
Windfugel 380.  
Windosen, Luftzug desselben 588.  
891. N.  
Winkel gebrochne 695.  
Winkelhebel 294.  
Winkelspiegel 686. N.  
Wirbel, im Meer 1500.  
Wirbelwind 1534. N.  
Wismuth 118. 144. N. Verdam  
pfung dess. 580. N.  
Woban 118.  
Wolfram 118. Wolfram-(Scheel)  
säure 845. N.  
Wolken 592. 899. 1508.  
Würfel 142. N. metallener, im  
Wasser gemogen 535. N. planer  
ner und bleyerner, abgemogen im  
einerley Flüssigkeit 534. N. höls  
zerne, Eintauchen ders. in Flüss  
igkeiten 544. N.  
Wunderbar 1. N.  
Wurf, Gewalt desselben 262.  
Wurfbewegung 267. ff. Galilei's  
Gesch. derselben 267. anfängliche  
Geschwindigkeit, Gewalt ders. 269.  
9.  
Mercur 118.  
Nitererde 858.  
3.  
Zange, als Hebel 282. N.  
Zapfen, beim Hebel 282  
Zaubergemählde, Trauslucides  
1220. N.  
Zauberlaterne, Kircher's 715.  
X 11

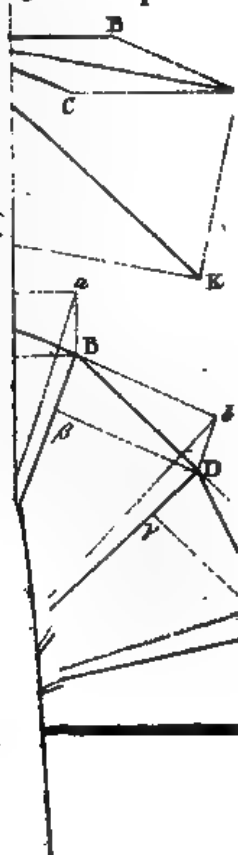




*Fig. 2.*



*Fig. 7.*





11

11

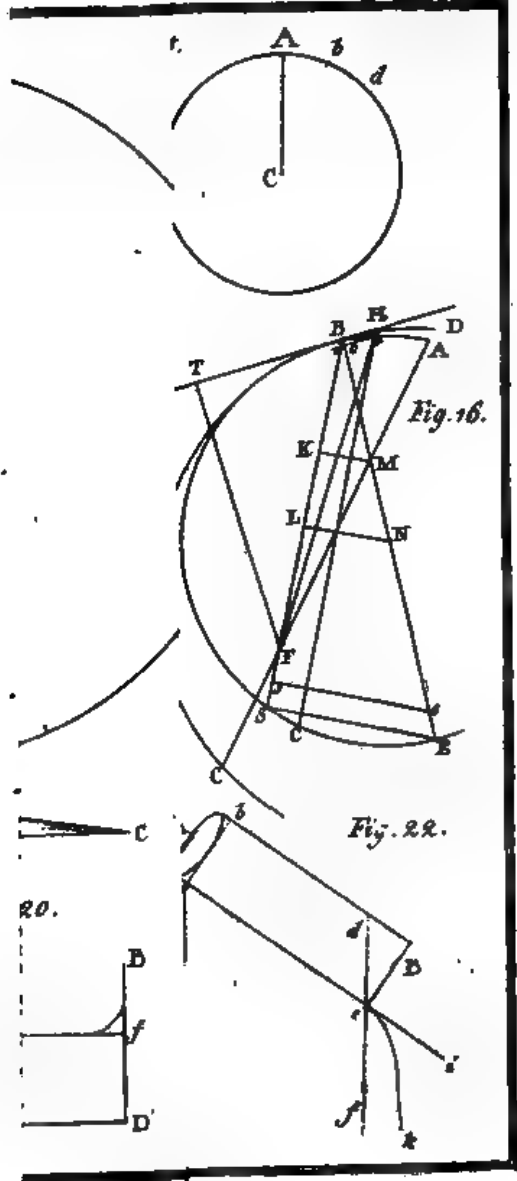
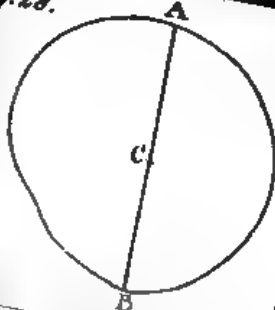






Fig. 28.



Tel

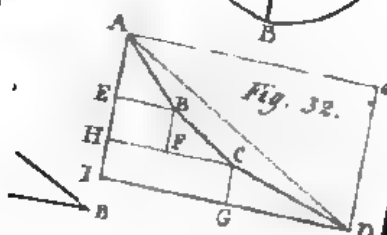


Fig. 32.

V B

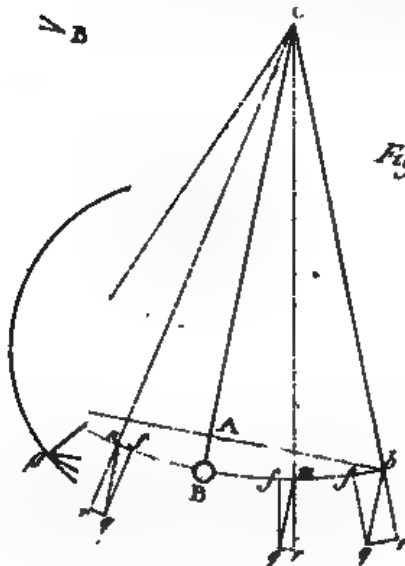
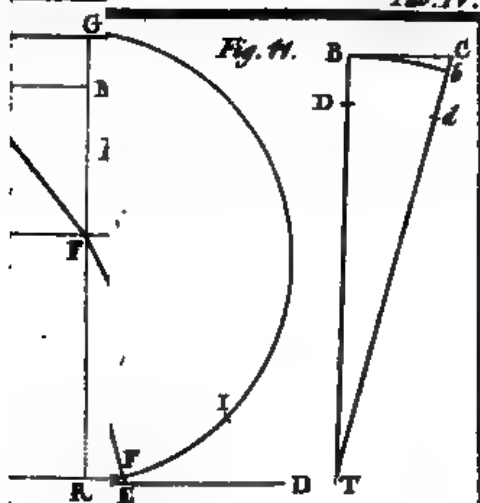


Fig. 33.

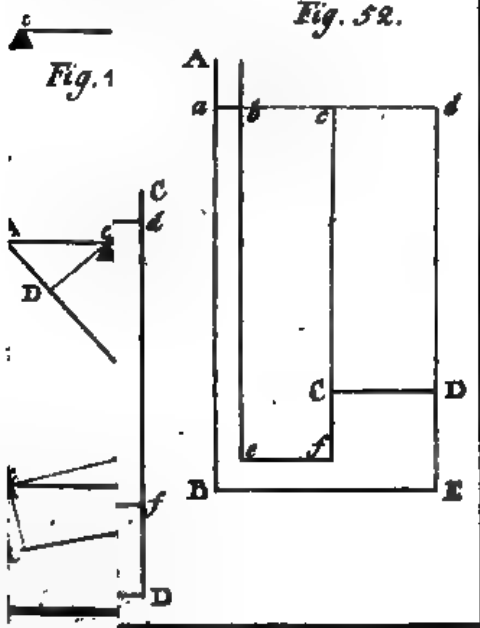




Tab. IV.

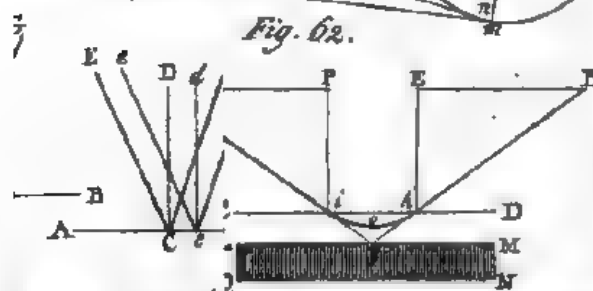
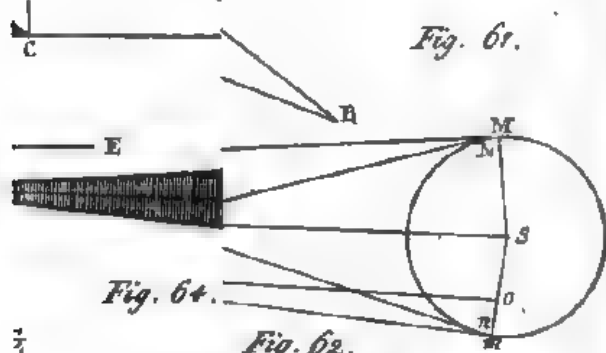
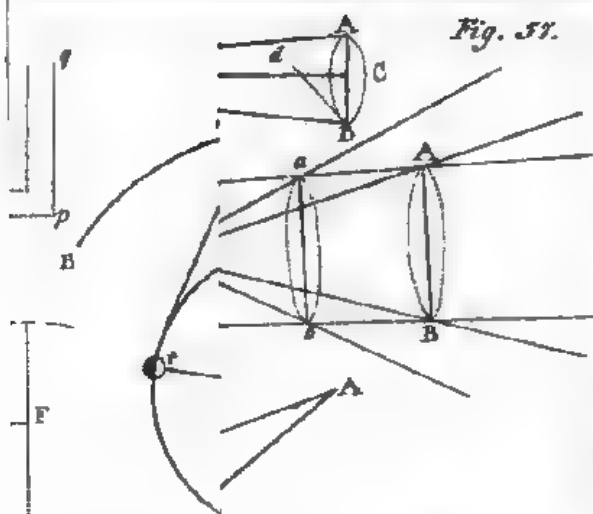


*Fig. 52.*

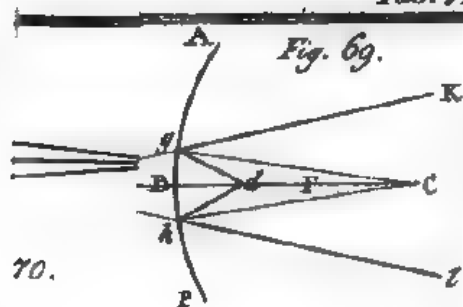




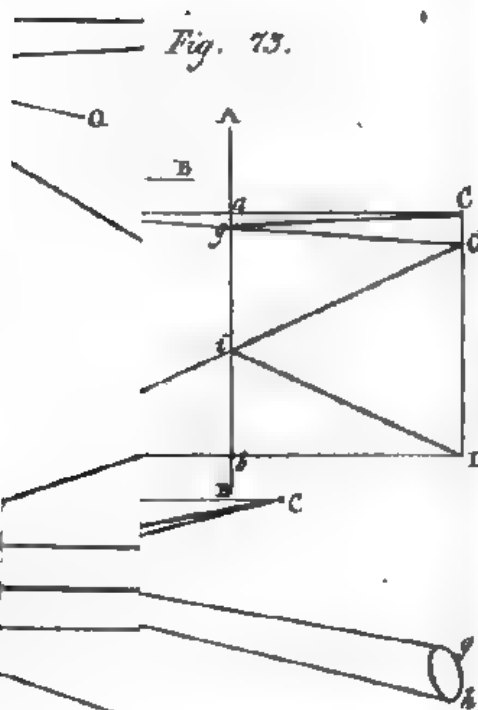








70.



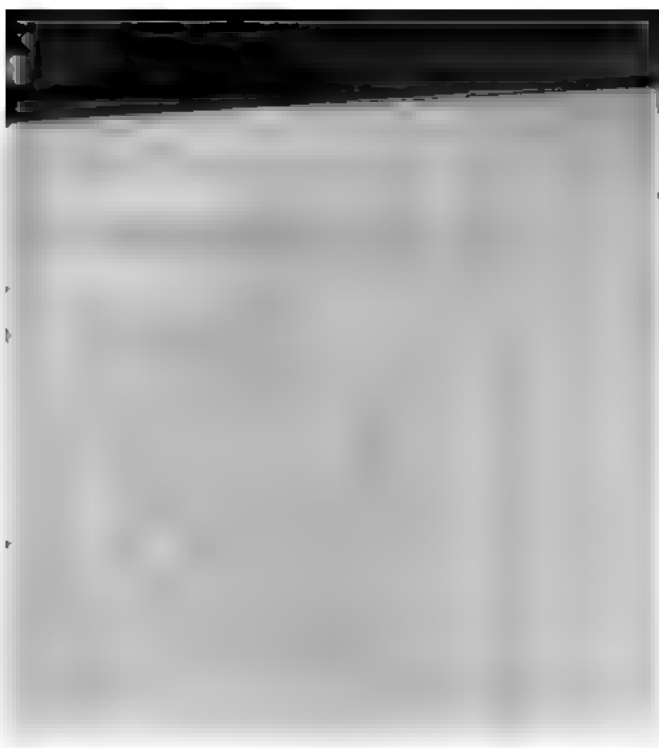


Fig. 1

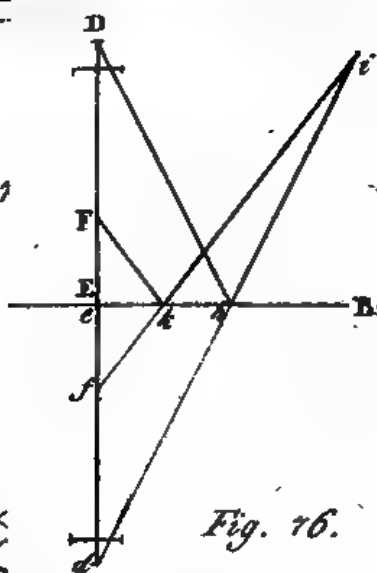
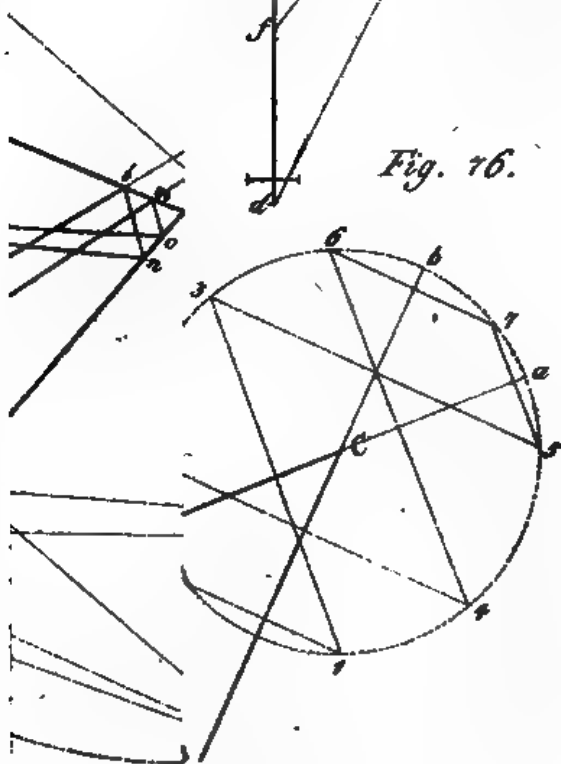


Fig. 16.









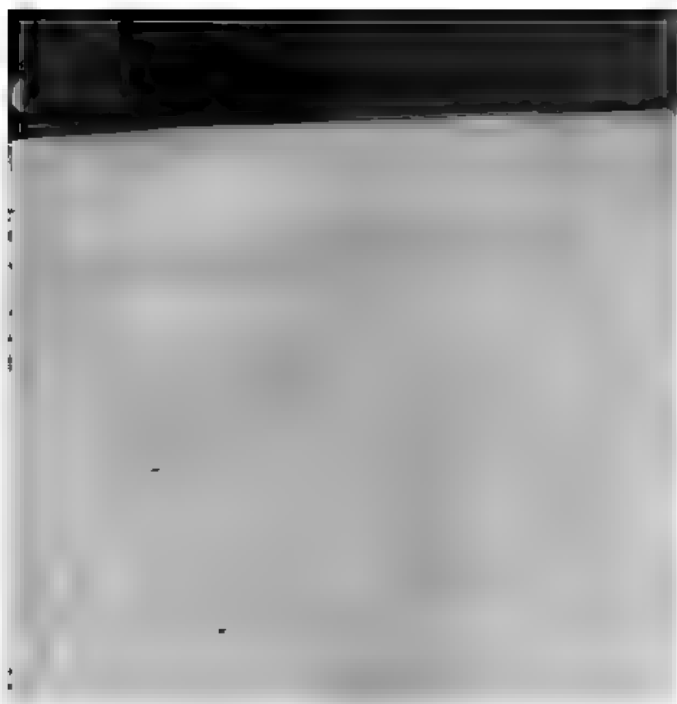


Fig. 86.

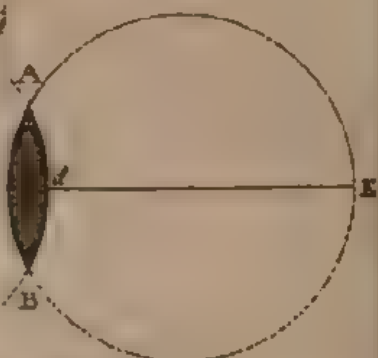
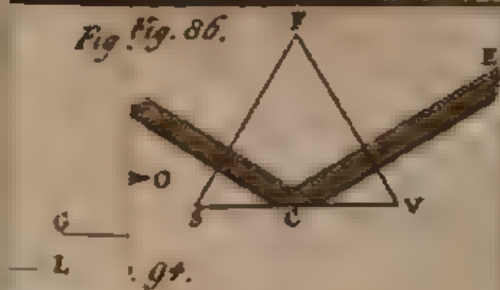
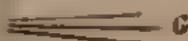
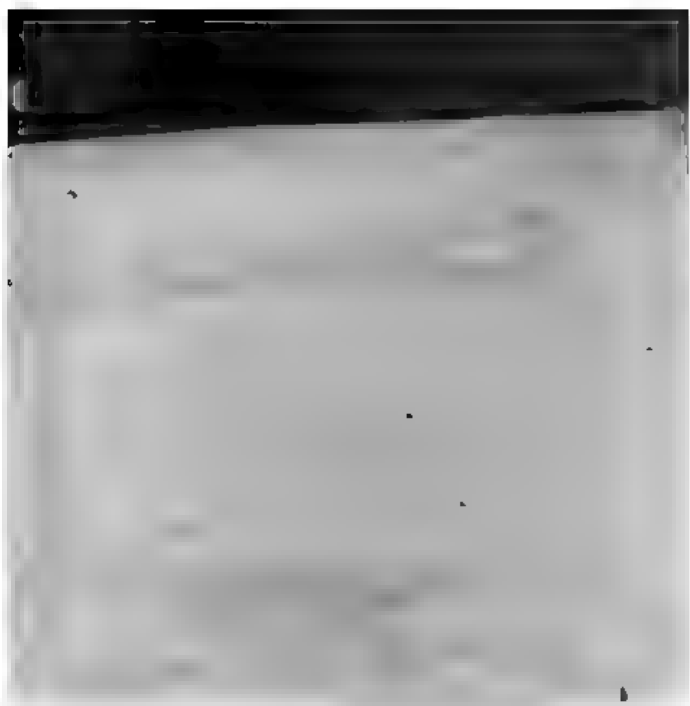


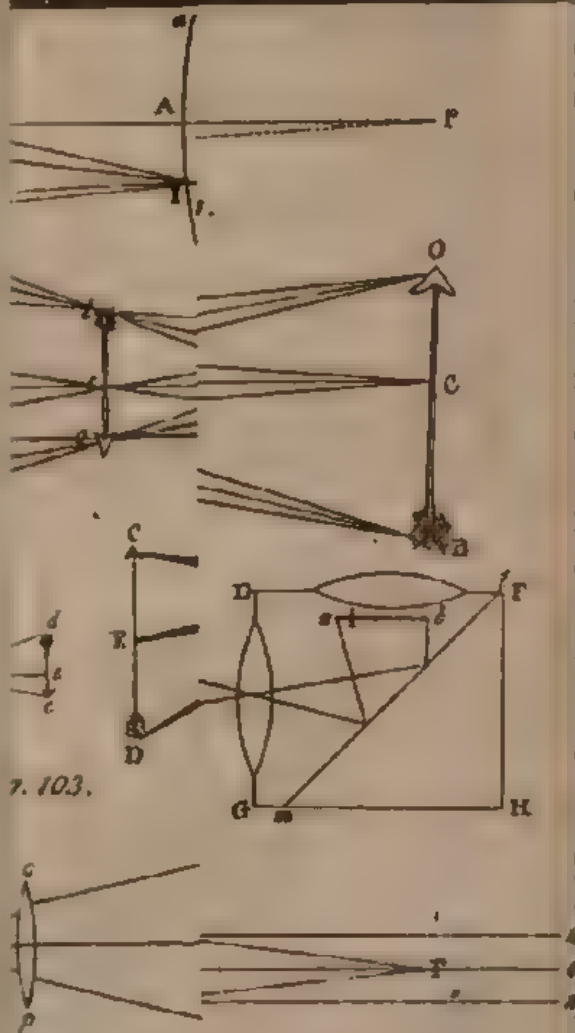
Fig. 95. 96.



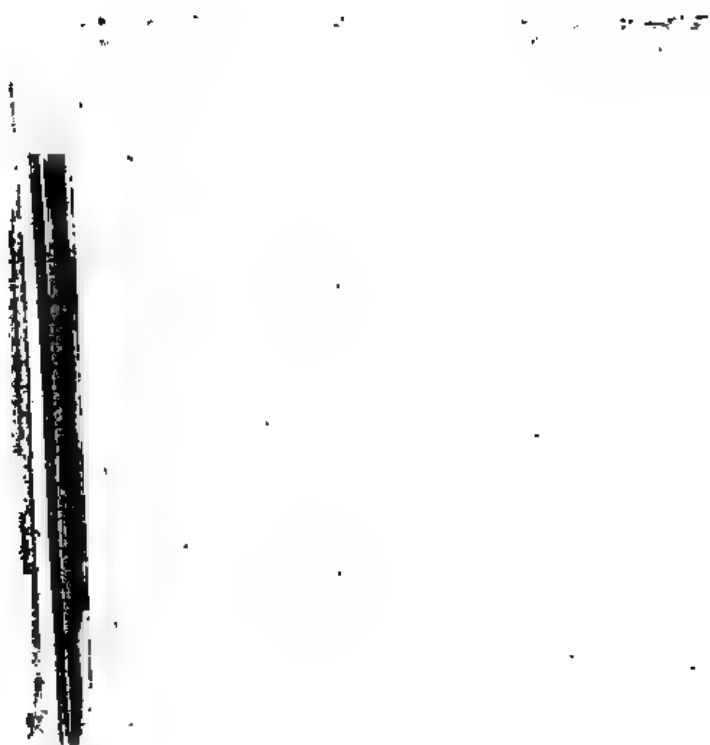
Fig







7. 103.





os.



Fig. 110.

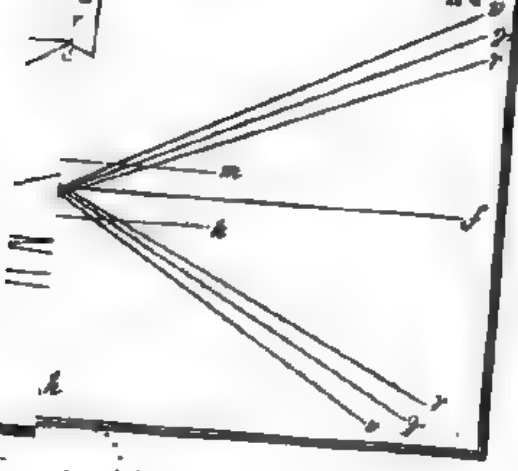
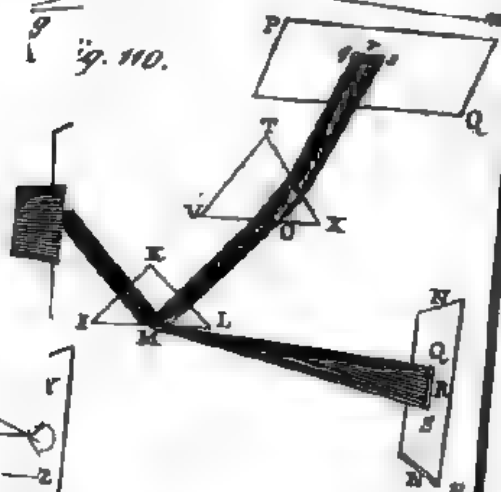






Fig. 119.



Fig. 123.

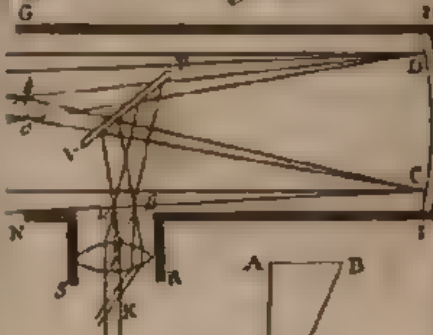


Fig. 117.

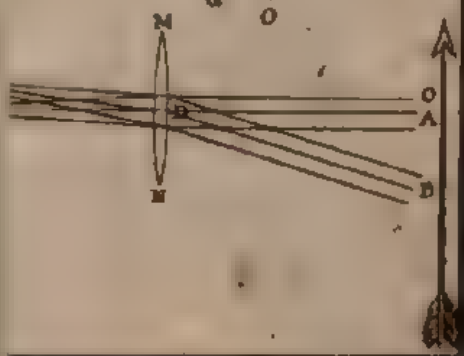




Fig.

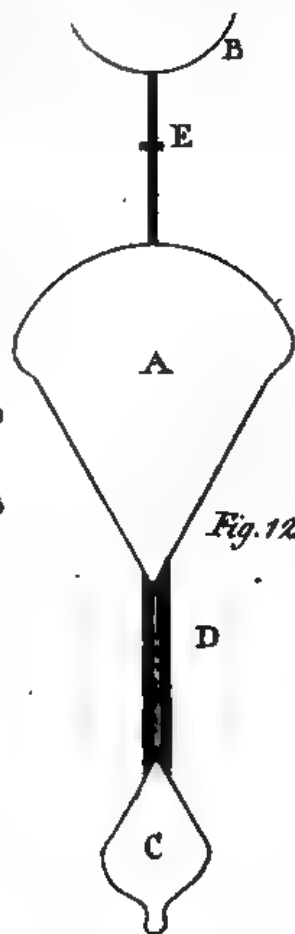
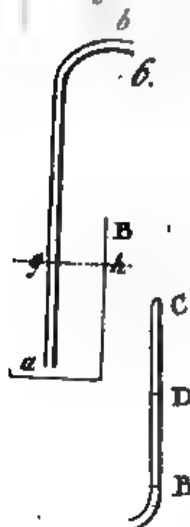


Fig. 128

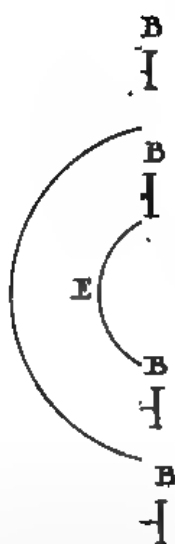




Fig.

Fig. 145.



Fig. 150.

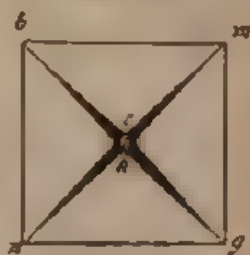


Fig.

Fig. 155.





Fig. 162.



Fig. 163.

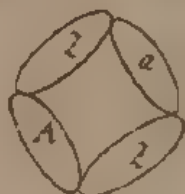


Fig. 170.

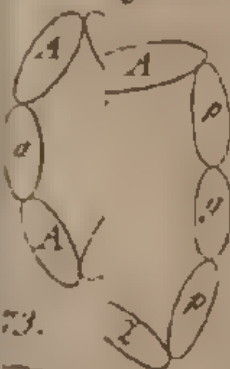


Fig. 171.

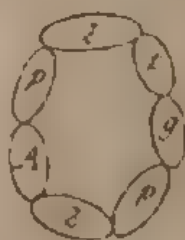


Fig. 173.



Fig. 176.

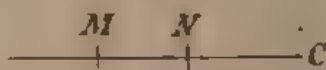
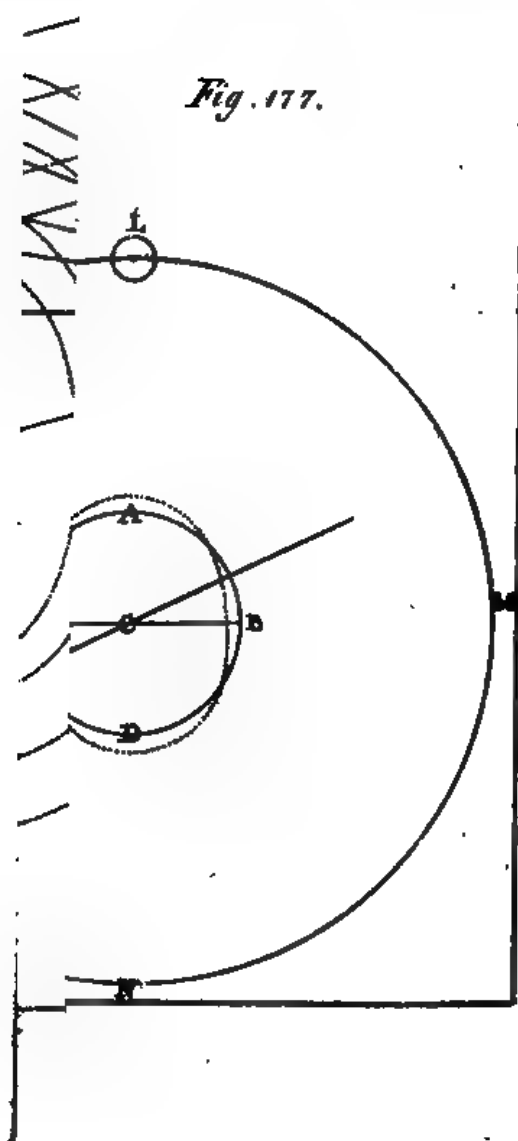






Fig. 177.











30

80

511232

25

130

400

132

